Dissertação submetida à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado em Engenharia do Ambiente com orientação do
Prof. Doutor Mário Valente Neves

CONTRIBUIÇÕES PARA UM USO MAIS EFICIENTE DA ÁGUA NO CICLO URBANO

Poupança de água e reutilização de águas cinzentas

SARA RITA LOURO GUERREIRO SERRASQUEIRO ROSSA

PORTO
2006

Agradecimentos

Ao Professor Mário Valente Neves desejo exprimir o meu reconhecimento e gratidão pelo incentivo e disponibilidade sempre demonstrados.
Aos Serviços Técnicos e de Manutenção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Eng. Vasconcelos e Sr. Aníbal, agradeço toda a disponibilidade e informação dispensadas, sem as quais este trabalho não seria possível.
Ao Departamento de Engenharia Química, Professor Boaventura e à Drª Ana Isabel Gomes agradeço todo o apoio logístico e disponibilidade demonstrados.

Aos meus pais e todos os familiares e amigos que directa e indirectamente me apoiaram e contribuíram para que esta dissertação fosse possível, o meu bem-haja.

Preâmbulo

A presente dissertação foi elaborada com o objectivo de obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente, concedido pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, sob a orientação do Professor Mário Valente Neves.

O trabalho experimental foi realizado essencialmente em várias habitações e as análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O trabalho de campo foi realizado com o apoio dos Serviços Técnicos e de Manutenção da F.E.U.P.

Resumo

No âmbito deste trabalho estudaram-se soluções alternativas de equipamentos mais eficientes de consumos de água para as novas instalações da F.E.U.P., concluindo-se que num prazo de 6 meses, o investimento estaria amortizado, permitindo poupanças de 44.000 Eur por ano, correspondendo a cerca de 14.000 m^3 anuais.

Posteriormente apresentaram-se estudos sobre a qualidade e quantidade de água cinzenta. Avaliaram-se também sistemas de reutilização de água cinzenta proveniente dos duches para abastecimento de sanitas, inseridos no âmbito de um uso mais eficiente de água no ciclo urbano. Para o efeito, quantificou-se o preço da água e realizaram-se vários ensaios para estimar consumos de água dos duches, medindo a sua duração e os respectivos caudais obtendo-se volumes médios diários por pessoa de 54 litros. Estudaram-se inclusive os produtos utilizados no banho e os seus efeitos em várias diluições de água permitindo concluir-se, após análises bacteriológicas, que a água do duche não apresenta efeitos nocivos para a reutilização em sanitas, actuando aqueles produtos como desinfectantes. Os resultados obtidos nos testes realizados permitiram a concepção e o dimensionamento de sistemas de reutilização de água cinzenta para sanitas incluindo um reservatório com bomba incorporada, utilizando a rede de água potável unicamente como reforço.

Analisaram-se também outros sistemas com reservatório, sem autoclismo, com e sem fluxómetro, testados em habitações, numa perspectiva de optimização de espaço e de custos no sentido de uma contribuição para um uso mais eficiente e sustentável de água no ciclo urbano. Os investimentos destes sistemas permitem uma amortização do equipamento num prazo estimado em 2 anos, considerando um agregado familiar constituído por 4 pessoas.

Abstract

This work has successfully demonstrated that installing an alternative more efficient equipment at the Engineer University of Porto (F.E.U.P.) will promote the efficient use of water, leading to environmental benefits and economic vantages approximately six months after its installation. In fact, about 44.000 Eur can be saved per year, which correspond to a considerable amount of water saving (14.000 m^3 per year).

This paper also characterises the quantity and quality of various domestic greywater sources and their relative contributions towards greywater reuse. Although among all sources, baths and showers were signalled out as a major contributor of faecal coliforms, the effects on the quality were, nevertheless, considered to be insignificant. With regard to the concept of installing a new system for reusing this water for toilet flushing, various tests were carried out, concerning bath durations and toilet flushing consumption per capita in order to accurately assess residential water demand. These studies represent a step forward towards converting the conventional water and wastewater system into a sustainable system. The most relevant issue is the conception of installing greywater collection systems using greywater instead of potable water that should be used only as a last resource. Other indoor tests demonstrated that reducing space is possible by finding more simple sanitary equipment without cisterns. At short time, in two years approximately, new environmental technologies will reflect economic vantages.

Greywater reuse for toilet flushing incorporating greywater storage with or without a cistern in the domestic sector will enhance the sustainable use of water within the urban environment.

INDICE

Capítulo I – Considerações gerais 14

1. Introdução……...… 14

1.1. Distribuição da água a nível mundial……..……. 14

1.2. Ciclo da água…… 15

1.3. A necessidade da água..…… 17

1.4. Qualidade da água…… 18

1.5. Água para consumo humano…… 20

1.6. Importância de reutilização da água……. 21

1.7. Benefícios de reutilização da água……..……. 23

1.8. Gestão integrada de águas residuais reutilizáveis…….……..……. 24

1.9. Legislação portuguesa em vigor……..……. 26

1.10. Carta Europeia de Água……...…… 28

Capítulo II – Uso Eficiente da Água 29

2.1. A importância de um uso mais eficiente da água…….……. 29

2.2. Medidas prioritárias do P.N.U.E.A……... 30

2.2.1. Introdução…….……. 30

2.2.2. Eficiência actual no uso de água…… 30

2.2.3. Áreas programáticas……..…….…… 31

2.2.4. Metodologia…… 32

2.2.5. Descrição das medidas com prioridade P1……. 32

2.3. Medidas aplicáveis ao uso doméstico inseridas no P.N.U.E.A……. 49

2.3.1 Principais medidas para reduzir consumos de água no uso doméstico…… 53

2.3.1.1. Autoclismos……. 53

2.3.1.2. Outras considerações sobre autoclismos…….……. 53

2.3.1.3. Chuveiros……. 57

2.3.1.4. Outras considerações sobre chuveiros……. 58

2.3.1.5. Torneiras……...…… 60

2.3.1.6. Outras considerações sobre torneiras……..…. 61

2.3.1.7. Referência a outras medidas de menor eficiência no uso doméstico……. 62
2.3.1.7.1. Máquinas de lavar roupa……..…… 62
2.3.1.7.2. Outras considerações sobre máquinas de lavar roupa. 62
2.3.1.7.3. Máquinas de lavar louça……..…… 63
2.3.1.7.4. Outras considerações sobre máquinas de lavar louça.. 64
2.3.2. Medidas institucionais previstas no P.N.U.E.A. em caso de escassez……..……. 64
2.4. Outras medidas na implementação de sistemas alternativos de reutilização de água……...….... 65
2.5. O preço da água……. 66
2.6. Perspectivas para um uso mais eficiente de água em habitações…….. 70
2.6.1. Introdução…….. 70
2.6.2. Situação actual…… 70
2.6.3. Perspectivas para um uso mais eficiente de água…….. 71
2.6.3.1. Consumo em limpeza de sanitas……. 71
2.6.3.2. Consumo em banho……. 72
2.6.3.3. Consumo para lavagem de roupa…… 72
2.6.3.4. Consumo para lavagem de louça…… 72
2.6.3.5. Consumo para limpeza e outras actividades….…….. 72
2.6.4. Quadro resumo…….. 73

Capítulo III – Possibilidades de poupança da água nas instalações da F.E.U.P. 74
3.1. Introdução……. 74
3.2. Esquema geral…….…….. 75
3.2.1. Abastecimento de água para uso doméstico…….. 75
3.2.2. Abastecimento de água para uso laboratorial e extinção de incêndio……... 76
3.2.3. Rega……... 78
3.2.4. Tratamento de água com origem na rede pública e captação local 80
3.2.5. Material das condutas do circuito hidráulico…….…… 81
3.2.6. Breve referência à drenagem de águas residuais…….….. 81

3.2.7. Drenagem de águas pluviais e circuitos de refrigeração……..….. 82
3.3. Sugestões de medidas par um uso mais eficiente da água: caso da F.E.U.P 82
3.3.1. Caracterização dos equipamentos…….……. 83
3.3.2. Viabilidade económica de novas soluções de redes e equipamentos ..……...……. 85
3.3.2.1. Substituição por aparelhos economizadores - Autoclismos…….…… 86
3.3.2.2. Substituição por aparelhos economizadores –Torneiras. 87
3.3.3. Análise da viabilidade económica das medidas propostas.…… 88
3.3.4. Propostas para substituição de equipamentos……..…. 91
3.4. Conclusão……...……...… 92

Capítulo IV – Reutilização de águas cinzentas 94
4.1. Características das águas cinzentas e possíveis reutilizações……. 94
4.2. Composição das águas cinzentas……. 95
4.3. Poluição nas águas cinzentas…….….. 96
4.3.1. Poluição primária…….. 96
4.3.2. Poluição secundária…….….. 96
4.4. Estudos para reutilização de águas cinzentas……... 98
4.4.1. Estudos sobre águas cinzentas nas regiões áridas – Jordânia…... 98
4.4.2. Estudos realizados pelo Instituto de Tecnologias de Israel……... 100
4.4.3. Estudos realizados no Reino Unido…….….. 104
4.4.4. Estudos realizados na Alemanha……..…..… 105
4.4.4.1. Outros estudos realizados na Alemanha ……..….... 106
4.4.5. Estudos realizados na Suécia…….…… 108
4.4.6. Estudos realizados nos E.U.A…….….. 109
4.4.7. Estudos realizados na Austrália……..…... 110
4.4.8. Reutilização de água para rega……..…..…...… 113
4.4.8.1 Introdução……..……..…… 113
4.4.8.2. Benefícios e riscos na reutilização de água para rega……..…..… 114

4.4.8.3. Medidas de prevenção na reutilização de água para rega……... 116
4.4.9. Medidas para a manutenção e desinfecção de um sistema de reutilização ……. 118
4.4.10. Experiências sobre rega realizadas no presente trabalho……..….. 119

Capítulo V – Experiências realizadas 121
5.1. Consumo de água em banhos/duches……... 121
5.1.1. Introdução……. 121
5.1.2. Caudal gasto nos duches…… 121
5.1.3. Duração dos duches……..…….. 122
5.1.4. Volume gasto nos duches…….. 123
5.1.5. Experiência com um modelo de chuveiro único…… 126
5.2. Produtos consumidos no banho…… 127
5.3. Avaliação do teor dos detergentes a partir da espuma..…… 129
5.4. Filtração da água do duche em areia…….… 131
5.5. Experiências sobre reutilização de água do duche em sanitas.…...……. 132
5.6. Análises bacteriológicas da água de duches……. 135

Capítulo VI – Soluções para a utilização de água de banho em limpeza de sanitas 141
6.1. Sistema centralizado, com reservatório inferior e superior (CRIS)… ……. 141
6.1.1. Introdução……..… 141
6.1.2. Experiências realizadas com o sistema CRIS……..….. 142
6.2. Sistema centralizado, com reservatório inferior e bacias de autoclismo (CRIA)…….. 145
6.2.1. Descrição genérica……..….... 145
6.2.2. Dimensionamento para uma habitação com 4 pessoas……..… 146
6.2.2.1. Reservatório…… 146
6.2.2.2. Tubagens……. 148
6.2.2.3. Bomba……..… 148
6.2.3. Análise económica desta solução (CRIA)…….…… 149

6.3. Sistema centralizado, com reservatório inferior e fluxómetro (CRIF)……. 151
6.4. Sistema individual……...….. 153
6.5. Sistema centralizado, sem autoclismos e sem fluxómetro (CSAF)…….. 156
6.5.1. Experiências……..…. 156
6.5.2. Dimensionamento da solução CSAF……...…….. 158
6.5.3. Análise económica da solução CSAF…… 159

Capítulo VII –Síntese e Conclusões……. 160

Anexos……. 164

Bibliografia…….. 165

Comissão Mundial para o Desenvolvimento e Ambiente – Brutland –

Desenvolvimento sustentável

Define-se como o progresso económico, social e político de forma a assegurar a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Capítulo I
Considerações gerais

1. Introdução

1.1. Distribuição da água a nível mundial

Actualmente, mais de 1.500 milhões de habitantes do planeta não têm acesso a água de qualidade ou com qualidade suficiente para o seu uso. Do total da água existente no planeta, 97% é água salgada e dos 3% restantes de água doce – 2,1% estão armazenados nas calotas polares e somente 0,9% estão no subsolo, lagos, rios e são passíveis de exploração. Actualmente, 250 milhões de pessoas em 26 países sofrem de falta crónica de recursos hídricos e prevê-se que daqui a 20 anos esse número seja de 3.000 milhões em 52 países.

O consumo doméstico representa uma quota-parte mínima no consumo total mundial (de 5 a 10 por cento) em relação à indústria (20 por cento) e ao sector agrícola que absorve entre 60 e 80 por cento dos consumos de água doce. A quantidade de água disponível por pessoa passou de 12.900 m^3 em 1970 para 7.000 m^3 em 2004 e atinge 5.100 m^3 em 2005.

Nas regiões com maior densidade da Ásia, África e Europa Central e do Sul, a quantidade de água por pessoa situa-se entre 1.200 m^3 e 5.000 m^3.

Conforme o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (United Nations Environment Programme), na actual partilha da água, 3.000 milhões de pessoas estarão em "stress hídrico" até 2025. Recorde-se que o volume de água salgada na terra é de 1.400 milhões de km^3 e as reservas de água doce situam-se nos 44 milhões de km^3.

Além disso, 70% das reservas de água doce, ou seja, 30 milhões de km^3 encontram-se em estado de gelo e neve nas serras e pólos. Assim, o essencial das restantes reservas estão nos subsolos, nas águas dos lagos e ribeiras.

A renovação estável deste bem, a quantidade efectivamente utilizável situa-se entre 12.500 km^3 e 14.000 km^3 anualmente.

Em 192 estados no mundo, dez partilham os 2/3 de água doce. Em 2001, a Ásia e Médio Oriente representavam 60% da população mundial com 3.700 milhões de habitantes, mas recebiam só 36% das precipitações anuais.

A América do Sul, com 6% da população mundial, beneficiava de 26% do total das precipitações mundiais anuais, sendo que a Amazónia representava 1/6 da água doce mundial.

As fortes pressões sobre as reservas de água doce trazem uma grave deterioração da sua qualidade. Mais de 50 milhões de americanos bebem água contaminada pelo chumbo, bactérias e outros poluentes perigosos.

A falta de água doce poderá provocar, a médio prazo, um verdadeiro problema a nível mundial. A água é um elemento vital: o corpo humano contém 50 a 60 % de água até 75% nas crianças. A realidade é que o nosso organismo pode viver várias semanas sem alimentos, mas só pode sobreviver alguns dias sem água.

O estudo que se apresenta tem como objectivo desenvolver soluções alternativas de aproveitamento de água, incidindo essencialmente em água não potável reutilizável, como alternativa à rede de abastecimento de água, em casos específicos de utilização doméstica em que tal se justifique e seja viável, não pondo em risco a saúde do utilizador/consumidor.

1.2. Ciclo da Água

A quantidade total de água existente na Terra, nas suas três fases (sólida, líquida e gasosa), tem-se mantido constante, apesar da sua distribuição por fases se ter modificado (na época de máxima glaciação, o nível médio dos oceanos situou-se muito abaixo do nível actual).

A água do planeta, que constitui a hidrosfera, distribui-se por três reservatórios principais: os oceanos, os continentes e a atmosfera, entre os quais existe uma circulação constante – ciclo da água ou ciclo hidrológico.

A transferência de água da superfície do Globo para a atmosfera, sob a forma de vapor, dá-se principalmente por evaporação directa e por transpiração das plantas e dos animais – evapotranspiração. Apenas uma ínfima parte sublima (passa directamente da fase sólida à de vapor).

O vapor de água é transportado pela circulação atmosférica e condensa-se após percursos muito variáveis, que podem ultrapassar 1.000 Km. A água condensada dá origem à formação de nuvens e nevoeiros, e à precipitação.

A energia solar é a fonte de energia térmica necessária para a passagem da água das fases líquida e sólida para a fase de vapor; é também a origem da circulação atmosférica que transporta o vapor de água e desloca as nuvens. A atracção gravítica dá lugar à precipitação e ao escoamento.

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos. Uma parte é devolvida directamente à atmosfera por evaporação; outra origina o escoamento à superfície do terreno – escoamento superficial, que se concentra em sulcos cuja reunião dá lugar aos cursos de água. A parte restante infiltra-se, penetrando no interior do solo e subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração e noutra que se encaminha para os lençóis de água e vai integrar o escoamento subterrâneo.

Tanto o escoamento superficial como o subterrâneo vão alimentar os cursos de água que desaguam nos lagos e nos oceanos, ou vão alimentar directamente estes últimos.

O escoamento superficial constitui uma resposta rápida à precipitação e cessa pouco tempo depois dela. O escoamento subterrâneo, em especial quando se dá através de meios porosos, ocorre com grande lentidão e continua a alimentar os cursos de água longo tempo após ter terminado a precipitação que o originou. Assim, os cursos de água alimentados por aquíferos apresentam regimes de caudal mais regulares.

1.3. A necessidade da água

A forte dependência do Homem relativamente à água sempre condicionou a sua forma de vida, desde os locais escolhidos para se estabelecer, até à forma como procurava explicar os fenómenos naturais. A água encontra-se omnipresente nas mitologias, associada a deuses e a divindades, e inspirou numerosas lendas.

Para utilizar a água e dominar os efeitos da sua ocorrência em excesso, o Homem tem captado a água subterrânea em poços e minas e a água superficial nos rios, lagos naturais e albufeiras criadas por barragens, que asseguram a regularização do caudal. Para defesa contra inundações, tem construído diques, e para o transporte da água, canais, aquedutos, túneis e condutas. Para elevar a água a ser utilizada, construiu utensílios e máquinas hidráulicas.

Hoje em dia, este recurso natural está presente em múltiplas actividades e, como tal, é utilizado para finalidades muito diversificadas em que assumem maior importância o abastecimento doméstico e público, os usos agrícolas e industriais e a produção de energia eléctrica.

Até um passado recente, as necessidades de água cresceram gradualmente, acompanhando o lento aumento populacional. No entanto, a era industrial trouxe a elevação do nível de vida e o rápido crescimento da população mundial, a que se associaram a expansão urbanística, a industrialização, a agricultura e a pecuária intensivas e a produção de energia eléctrica, levando a crescentes exigências de água.

Para além do problema da satisfação actual das necessidades de água, coloca-se ainda o problema de algumas utilizações prejudicarem a sua qualidade, sendo esta muitas vezes restituída aos meios naturais com características que lhe são prejudiciais. É bem conhecida a poluição provocada pela evolução tecnológica quer no uso doméstico (detergentes), quer no uso agrícola (pesticidas e fertilizantes) quer ainda no uso industrial (produtos químicos variados).

Para além dos problemas de satisfação das necessidades de água, põem-se problemas contrários relacionados com o excesso desta, o que pode causar níveis freáticos prejudicialmente elevados, submersão, erosão dos solos e efeitos de corrente nos leitos de cursos de água. Níveis freáticos que quase atinjam a superfície do terreno podem ocorrer nas zonas baixas, em consequência de dificuldades de drenagem subterrânea dos solos.

A submersão pode ser causada pela acumulação do escoamento superficial produzido em zonas próximas, sem que seja assegurada a drenagem superficial necessária, ou por transbordamento dos leitos dos cursos de água.

A erosão hídrica provoca a perda de solos a jusante. Em zonas de menor velocidade de escoamento, esta erosão origina a deposição de sedimentos que pode contribuir para a degradação de solos cultiváveis, a subida de leitos fluviais, a obstrução de sistemas de drenagem artificial, a redução da capacidade de armazenamento de albufeiras e o assoreamento de estuários e portos. O excesso de água nos rios pode provocar erosão dos leitos e inundação dos terrenos marginais, com os consequentes danos em culturas, infra-estruturas, edifícios e equipamentos.

Na resolução de problemas de satisfação das necessidades de água e do domínio da água em excesso, surgem frequentemente interesses antagónicos. É o caso de uma albufeira destinada ao fornecimento de água para a produção de energia hidroeléctrica e para rega e ao amortecimento das cheias a jusante. Para um mesmo volume de albufeira, quanto maior for a parcela reservada para amortecer as cheias, menor será o volume disponível para regularizar o caudal, e consequentemente, menor será o volume que é possível utilizar para a produção de energia e para a rega.

As crescentes necessidades de água, a limitação dos recursos hídricos, os conflitos entre usos e os prejuízos causados pelo excesso de água, exigem que o planeamento e a gestão da utilização e do domínio da água se façam em termos racionais e optimizados, tornando-se imprescindível a consciencialização para os problemas da água, de políticos, técnicos e da população em geral.

1.4. Qualidade da água

Até meados do séc. XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de se exigir que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem cheiro desagradável. No entanto, esta forma de avaliação foi-se revelando falível em termos de protecção de saúde pública contra organismos patogénicos e contra substâncias químicas perigosas.

Tornou-se assim imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objectiva, as características mínimas a que deveria obedecer uma água destinada a consumo público.

Surgem então as primeiras Normas de Qualidade emanadas pela Organização Mundial de Saúde (International Standards for Drinking Water Quality, 1950-1970), instituindo uma metodologia de verificação de conformidade de características da água abastecida com valores numéricos pré-estabelecidos, através de programas de amostragem do produto final.

Seguiu-se a publicação das Guidelines for Drinking Water Quality (2nd edition, 1993), com actualizações em 1997/8/9.

Esta abordagem deu origem a procedimentos legislativos em muitos países, constituindo, na maioria deles, a base de todo o processo de controlo de qualidade de água para o consumo humano.

É o caso, nomeadamente na União Europeia. Nesta, após cerca de 20 anos em vigor, a Directiva 80/778/EC foi revogada pela nova Directiva 98/83/EC, de 3 de Novembro, (com força legal a partir de Dezembro de 2003, EC, 1988), que incorpora os novos avanços técnicos e científicos entretanto registados e concentrando obrigatoriedade de conformidade em parâmetros de qualidade essenciais. O Decreto 243/01 de 5 de Setembro transpõe para o Direito interno a referida Directiva que fixa as normas relativas à qualidade da água para consumo humano.

As ameaças à saúde pública devidas à presença de agentes patogénicos, mesmo em países industrializados, continuam, na actualidade, a constituir grande preocupação para as autoridades sanitárias.

A exigência crescente de protecção de saúde pública determinou que fossem projectados e construídos, em muitos países, sistemas de abastecimento de complexidade variada, procurando elevados níveis de qualidade e de segurança da água fornecida, de modo a reduzir a probabilidade de transmitir doenças.

A descoberta de novos microorganismos cria a necessidade de descobrir novas substâncias químicas perigosas, a par do desenvolvimento do conhecimento científico sobre os seus efeitos na saúde humana e a sua persistência no ambiente aquático, aumentam a necessidade de se estabelecerem novas metodologias para o controlo da qualidade da água.

1.5. Água para consumo humano

A definição de água potável não assenta em dados precisos da sua composição mas na sua inocuidade para a Homem e nas características favoráveis que apresenta para usos directamente relacionado com a vida doméstica.

Assim, a água potável é definida como uma água límpida, incolor, inodora, arejada, cozendo bem os alimentos, isenta de matéria orgânica, de substâncias tóxicas ao organismo e de germes patogénicos.

Garantir a qualidade de água destinada ao consumo humano, significa assegurar que todos os parâmetros indesejáveis, que indiciem toxicidade, respeitam os limites estabelecidos por lei, mesmo sabendo que estes limites, em alguns casos, não foram estabelecidos com base nas implicações para a saúde pública, mas sim em reclamações por parte do consumidor.

Água pura natural é algo que não existe. Na natureza, toda a água contém algumas impurezas. À medida que a água flui sobre a superfície do terreno, fica retida em lagos ou é filtrada através de camadas de solo e rocha, dissolve ou absorve substâncias com as quais contacta. Algumas destas substâncias são inócuas. Por vezes, a água mineral é preferida precisamente porque os minerais a certos níveis conferem um sabor agradável.

No entanto, os minerais em determinadas composições, da mesma forma que os químicos elaborados pelo homem, são considerados impurezas que podem causar mau sabor da água e até tornarem-se perigosos.

Algumas impurezas provêm da erosão de formação de rochas naturais. Outras impurezas resultam da actividade humana: são substâncias descarregadas de fábricas, aplicadas em terrenos agrícolas ou usadas pelos consumidores nas suas casas e jardins incluindo-se também neste conceito excrementos de animais e humanos.

Assim, no ciclo da água não se pode falar em composição padrão; as diferentes componentes e as suas características variam muito de região para região conforme se trate de águas superficiais ou águas subterrâneas e dependendo das características geológicas e das actividades humanas.

Das matérias contidas na água, suspensas ou em solução, umas são inofensivas ou mesmo benéficas e necessárias, enquanto outras são prejudiciais.

A nocividade é variável com a qualidade e quantidade dos diversos constituintes que definem uma água e limitam o seu emprego para diferentes utilizações.

Em termos qualitativos, as propriedades da água para consumo humano podem ser resumidas nas seguintes características:

- Ausência de substâncias químicas tóxicas;
- Ausência de microorganismos e vírus causadores de doenças;
- Valores baixos para cor, turvação, sólidos suspensos, cheiro e sabor;
- Corrosão mínima para os minerais;
- Baixa tendência para incrustações nas condutas e outros componentes de sistemas;
- Teores baixos em substâncias que deixem manchas, como o ferro e o manganês.

1.6. Importância da reutilização da água

A água captada de rios ou outras fontes hídricas é conduzida para Estações de Tratamento de Águas onde é submetida a um tratamento criterioso, adquirindo características consideradas aceitáveis para consumo. Após este tratamento, a água é encaminhada para reservatórios que estão ligados à rede de abastecimento, chegando através desta rede e sob pressão às habitações e outros locais de consumo. Deste modo se descreve genericamente o sistema de abastecimento de águas.

A drenagem das águas designadas por águas residuais é efectuada geralmente, por um sistema de escoamento em superfície livre, garantindo o arejamento da rede e diminuindo a sua septicidade. O transporte é assim realizado através de colectores até aos receptores.

Antes da descarga no meio receptor deverá proceder-se à remoção de cargas poluentes através de tratamento de excedentes, utilizando tecnologias físico-químicas, incluindo decantação, podendo seguir-se a desinfecção U.V. e eventualmente tratamento biológico se necessário.

Quando correctamente concebido, projectado e executado, as técnicas de controlo contribuem para a mitigação do risco de afectar a saúde pública e para a redução de descargas poluentes para o meio receptor.

Durante muito tempo, os rios, ribeiras, ribeiros, lagoas, sistemas lagunares e mar receberam o esgoto doméstico e industrial sem qualquer tipo de tratamento.

Em Portugal, a barrinha de Esmoriz e o sistema lagunar de Aveiro são exemplos que deverão alertar para a consciencialização do problema e para a importância de desenvolver um sistema capaz de tratar e devolver os meios receptores, no sentido da sustentabilidade. Na área do tratamento das águas residuais, o concelho de Vila Nova de Gaia tem desenvolvido um plano de gestão hídrica exemplar. O resultado desta iniciativa é visível nas praias, cuja qualidade é reconhecida com a atribuição das bandeiras azuis.

A preocupação por parte das mais variadas entidades na criação de cidades sustentáveis é cada vez maior. Isto, porque assistimos a uma degradação galopante, nas últimas décadas, dos recursos naturais e começamos, presentemente, a ter consciência da incapacidade da natureza de diluir tão intensa agressão.

As iniciativas, mesmo que insuficientes, demoradas e francamente impotentes perante uma economia global altamente dependente do petróleo, têm vindo a ser cada vez em maior número, cada vez mais consistentes e apoiadas nas mais diversas áreas de intervenção.

Desde a produção da chamada energia limpa à reutilização do lixo doméstico, com campanhas de separação do mesmo, passando pelo aparecimento de transportes movidos a energias alternativas ou com baixos consumos até à reutilização da água e tratamento da mesma, são de louvar as iniciativas na perspectiva de melhorar a qualidade de vida e recuperar um planeta desgastado pela negligência.

A associação de defesa do consumidor QUERCUS propõe a redução de 65% do consumo de água nos edifícios novos através do aproveitamento das águas pluviais e reutilização das águas cinzentas, provenientes das máquinas de lavar roupa e louça, lavatórios, bidés e duches, para descargas das sanitas, rega de espaços verdes, na lavagem dos automóveis e dos espaços exteriores. Esta redução de consumos e reutilização resultariam, como facilmente se compreende, numa redução do volume de águas residuais. Desta forma, os custos de exploração pagariam mais rapidamente os investimentos iniciais acrescidos.

A nível político, numa genericamente partilhada consciência, surgem de várias frentes partidárias, intenções e ideias de reutilização. Nenhuma cidade ou região urbana terá futuro se assentar o seu crescimento e desenvolvimento na devastação dos ecossistemas e dos recursos naturais.

1.7. Benefícios da reutilização da água

O interesse da reutilização da água cinzenta aumenta progressivamente à medida que escasseiam os recursos hídricos disponíveis no meio ambiente com qualidade adequada ao consumo humano. Deverão, no entanto, ser avaliados os prós e contras do efeito da reutilização da água.

Os principais benefícios deste procedimento consistem em reduzir o consumo de água potável, minimizando os riscos de escassez de água ou seca extrema e consequentemente reduzir a facturação de água.

A conservação deste recurso natural – a água – contribui favoravelmente para o meio ambiente, minimizando simultaneamente os custos de tratamento e de capacidade da rede de água residual a jusante.

Em contrapartida, deverão ser tomadas medidas de precaução consoante a aplicabilidade da água reutilizável e o grau de risco para a saúde pública e do meio ambiente.

Em condições de seca ou quando se verifiquem níveis críticos de água abaixo do normal, recomendam-se algumas práticas aceitáveis de reutilização de água, salvaguardando em qualquer instante a saúde pública. As medidas propostas mencionadas neste trabalho, têm como objectivo promover ao longo do tempo a reutilização de água, mantendo e conservando a sua qualidade da água nos pontos de abastecimento.

Os investimentos em curso e previsíveis de adoptar no futuro próximo relativamente ao tratamento de águas residuais em Portugal e os objectivos expectáveis em termos de benefícios ambientais exigem que se invista estrategicamente e de forma integrada, a nível da reabilitação das redes e da melhoria das condições de descarga.

Existem muitas lacunas a nível de dados experimentais em Portugal, sendo estes de vital importância para o cumprimento de objectivos de qualidade consagrados na legislação comunitária nacional – investigação vocacionada para tratamento e aproveitamento.

Enumeram-se as principais vantagens de implementação de um sistema de reutilização:

. Melhor gestão integrada de recursos hídricos e reaproveitamento de água;

. Especialização de empresas de construção;

. Dinamização do mercado no sector de instalações sanitárias;

. Reciclagem de instalações mais antigas;

. Redução do volume de água a tratar;

. Redução do caudal de água potável;

. Redução de custos de tratamento;

. Redução dos custos de facturação;

. Amortização a médio prazo do investimento inicial;

. Aceitabilidade social elevada;

. Custos de manutenção e operacionalidade reduzidos;

. Segurança no sistema, circulando a água em circuito fechado, sem risco ou com reduzido risco para saúde pública;

. Dimensionamento dos ramais de abastecimento de água potável para caudais menores;

. Diminuição da carga poluente arrastada pelas águas superficiais;

. Redução do volume dos reservatórios de abastecimento de água potável;

. Possibilidade de redução de caudais excedentes de cheias;

. Controlo da qualidade mínima de água para o uso em questão.

As principais desvantagens, nomeadamente, água de inferior qualidade, investimento inicial elevado, custos de manutenção e operacionalidade e espaço para reservatório de armazenamento de água, consideram-se ultrapassáveis face ao conjunto dos factores favoráveis já referidos.

É de salientar a importância dos hábitos dos consumidores, de forma a optimizar a eficiência e gestão de todo um sistema de reutilização.

1.8. Gestão integrada de águas residuais reutilizáveis

No âmbito deste estudo relacionado com a implementação de um novo sistema exige-se nova abordagem em termos de concepção, eventualmente incluindo uma articulação com outros métodos alternativos de utilização de água a nível de intervenção urbana (água pluvial). É importante avaliar o nível de aceitação quer dos técnicos quer do público em geral.

O estado actual dos conhecimentos, a variabilidade espacial e a incerteza associada às medições, não permite que essas estimativas sejam rigorosas, fornecendo apenas uma ideia aproximada dos consumos de água nos sistemas.

Deverá ser encarada a minimização dos custos envolvidos no tratamento de água, podendo ser criada uma rede independente de água não potável que possa ser utilizada para uso doméstico, sendo apenas tratada a jusante, isto é, após utilização pelo consumidor, de igual forma que as águas residuais.

Para cumprir este objectivo propõe-se:

. Beneficiar ou reabilitar sistemas;

. Construir sistemas unitários de raiz de água não potável, mantendo a filosofia de minimizar as afluências de água à rede e equipá-los com suficiente capacidade de reserva e dispositivos operacionais para flexibilizar e optimizar a gestão do sistema em termos de minimização de impactes negativos nos meios receptores e a redução de encargos de exploração;

. Minimizar ou eliminar na origem o tratamento para abastecimento, podendo eventualmente e sempre que se justifique, proceder a um pré-tratamento.

Todos estes aspectos visam investimentos fortemente vocacionados para a resolução de problemas concretos, de grande impacte na prossecução dos objectivos de desenvolvimento económico e social e de qualificação e requalificação da vida urbana.

Deverão ainda ser promovidas acções de sensibilização e participação pública, divulgando informação adequada para o completo conhecimento e domínio de aplicação do sistema com explicação detalhada das vantagens da escolha desta opção em alternativa à técnica mais tradicional e correntemente utilizada.

Prevê-se alguma resistência por parte dos consumidores se esta implementação implicar mudança de hábitos, o que será mais notório na fase de manutenção. Contudo, de um modo geral, prevê-se boa aceitação por parte dos promotores e particulares.

Poderá ainda ser estimulada a aceitabilidade social se existirem incentivos à promoção desta solução na origem, designadamente na redução de encargos e tarifas de águas residuais e de abastecimento.

Todo o sistema deverá ser devidamente regulamentado, com especificações técnicas, normas, recomendações e certificações para a finalidade que lhe é destinada.

Numa fase de projecto, as soluções alternativas a analisar devem ser assim, equacionadas e comparadas sob o ponto de vista técnico (processos construtivos e nível de desempenho), social (impacte em termos de incómodos e eventuais riscos, económico, financeiro e ambiental). No final deverá considerar-se cada um destes aspectos, incluindo posteriormente o planeamento e a realização das acções, garantindo o cumprimento dos objectivos no prazo e no orçamento previstos.

Será sempre importante controlar a monitorização dos equipamentos instalados.

1.9. Legislação portuguesa em vigor

O Decreto n. 236/98 regulamenta a qualidade da água destinada ao consumo humano e tem por objectivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação da água destinada a este consumo, assegurando a sua salubridade e limpeza. Este diploma define critérios de verificação de conformidade da qualidade da água, baseados num conjunto de parâmetros físicos, químicos, biológicos e microbiológicos adequados a determinado uso.

A água destinada ao consumo humano, de acordo com o referido, descreve-se como sendo a água que no seu estado original, ou após tratamento, é destinada a ser bebida, a cozinhar, à preparação de alimentos ou outros fins domésticos. São características da água para consumo humano não pôr em risco a saúde, ser agradável ao paladar e à vista dos consumidores e não causar a deterioração ou destruição das diferentes partes do sistema de abastecimento.

A autoridade competente pelo controlo das normas de qualidade de água para consumo humano é o IRAR – Instituto Regulamentador de Águas e Resíduos. Esta entidade age junto das entidades gestoras concessionárias municipais, tendo em vista garantir o bem-estar geral, a protecção da saúde pública e do ambiente bem como o respeito pelos princípios de universalidade de acesso ao abastecimento público de água e ao saneamento, da continuidade e qualidade de serviço e de eficiência e equidade dos preços.

O controlo define-se assim, como um conjunto de acções de avaliação da qualidade da água realizadas com carácter regular pelas entidades gestoras com vista à manutenção permanente da sua qualidade, em conformidade com as normas estabelecidas legalmente.

No âmbito do presente estudo em que se pretende a implementação de um sistema alternativo ao do abastecimento de água potável, reutilizando água residual, a legislação portuguesa em vigor impõe algumas restrições. Prevê-se que a curto/médio prazo a lei seja revista com o objectivo de melhor gerir o recurso da água.

O Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, aprovado pelo Decreto Regulamentar n. 23/95 define diversas regras relativamente à utilização de sistemas alternativos de abastecimento de água potável para uso doméstico, designadamente:

Art. 11 – Reutilização (Decreto 152/97)

As águas residuais tratadas, bem como as lamas, devem ser reutilizadas, sempre que possível ou adequado.

Art. 82 – Separação de sistemas

Os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de qualquer sistema de distribuição de água com outra origem, nomeadamente poços ou furos privados.

Art. 85 – Prevenção da contaminação

Não é permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e as redes de águas prediais de drenagem de águas residuais.

O fornecimento de água potável aos aparelhos sanitários deve ser efectuado sem pôr em risco a sua potabilidade, impedindo a sua contaminação, quer por contacto, quer por aspiração de água residual em caso de depressão.

Art. 86 – Utilização de água não potável

A entidade gestora do serviço de distribuição pode autorizar a utilização de água não potável exclusivamente para lavagem de pavimentos, rega, combate a incêndios e fins industriais não alimentares, desde que salvaguardadas as condições de defesa da saúde pública.

As redes de água não potável e respectivos dispositivos de utilização devem ser sinalizados.

1.10. Carta Europeia da Água

Proclamada pelo Conselho da Europa em Maio de 1968, a Carta Europeia da Água integra 12 princípios básicos para a gestão e salvaguarda deste recurso natural tão valioso:

I - Não há vida sem água. A água é um bem precioso indispensável a todas as actividades humanas;

II - Os recursos hídricos não são inesgotáveis. É necessário preservá-los, controlá--los e, se possível, aumentá-los;

III - Alterar a qualidade da água é prejudicar a vida do homem e dos outros seres vivos que dela dependem;

IV - A qualidade da água deve ser mantida em níveis adaptados às utilizações e, em especial, satisfazer as exigências da saúde pública;

V - Quando a água, após ser utilizada, volta ao meio natural, não deve comprometer as utilizações que dela serão feitas posteriormente;

VI - A manutenção de uma cobertura vegetal apropriada, de preferência florestal, é essencial para a conservação dos recursos hídricos;

VII - Os recursos hídricos devem ser objecto de um inventário;

VIII - A eficiente gestão da água deve ser objecto de planos definidos pelas autoridades competentes;

IX - A salvaguarda da água implica um esforço muito grande de investigação científica, de formação técnica de especialistas e de informação pública;

X - A água é um património comum cujo valor deve ser reconhecido por todos. Cada um tem o dever de a economizar e de a utilizar com cuidado;

XI - A gestão dos recursos hídricos deve inserir-se no âmbito da bacia hidrográfica natural e não no das fronteiras administrativas e políticas;

XII - A água não tem fronteiras. É um bem comum que impõe uma cooperação internacional;

Capítulo II
Uso Eficiente da Água

2.1. A importância de um uso mais eficiente da água

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (P.N.U.E.A.), aprovado pelo Governo, nas sua linhas gerais, em Dezembro de 2001, constitui um importante documento para a gestão de recursos hídricos no dia a dia e em particular em períodos de seca.

A consciencialização dos cidadãos para a inevitável e progressiva escassez de água contribuirá no futuro para uma maior e melhor racionalização deste recurso.

A actuação dos consumidores através de pequenas remodelações possíveis de efectuar em suas casas, alterando hábitos e comportamentos, constituirá um benefício para todas as formas de vida que dependem da água.

Deste modo, a eficiência na gestão da água é um imperativo ambiental.

Os recursos hídricos não são ilimitados e em situação de escassez a sua gestão deve ser ainda mais cuidada porque:

- Uma maior eficiência corresponde obviamente a redução dos caudais captados e portanto a uma maior salvaguarda e segurança no abastecimento e salvaguarda dos recursos;
- Corresponde a um interesse económico a nível nacional (poupança potencial de água poderá representar 0,64% do Produto Interno Bruto nacional);
- Aumenta naturalmente a competitividade das empresas nos mercados nacional e internacional;
- Contribui para uma maior racionalidade de investimentos, minimizando ou mesmo evitando em alguns casos a necessidade de ampliação e expansão dos sistemas de captação e tratamento de água;
- Trata-se de um interesse económico a nível dos cidadãos, na medida em que permite uma redução dos encargos com a utilização da água sem prejuízo da qualidade de vida;
- Constitui uma obrigação de Portugal no âmbito da Directiva-Quadro da Água.

2.2. Medidas prioritárias do Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água

2.2.1. Introdução

O Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água (P.N.U.E.A.) que avalia a eficiência com que a água é utilizada em Portugal no sector urbano, agrícola e industrial, propõe um conjunto de medidas que permitem uma melhor utilização desse recurso, tendo como vantagem adicional a redução de águas residuais resultantes e dos consumos energéticos associados.

O P.N.U.E.A. aborda exclusivamente o problema do uso eficiente da água – e não o aspecto mais abrangente da conservação da água – considerando apenas os usos consumptivos.

A sua preparação teve como referência geográfica o continente português.

É expectável que seja de utilidade não apenas para órgãos da administração central, mas também para gestores de sistemas de abastecimento e, naturalmente, para os utilizadores urbanos, agrícolas e industriais.

Neste programa descrevem-se detalhadamente 87 medidas, das quais 50 se destinam ao sector urbano, 23 ao sector agrícola e 14 ao sector industrial.

2.2.2. Eficiência actual no uso de água

A água é um recurso indispensável à generalidade das actividades económicas, nomeadamente agrícolas e industriais, com influência decisiva na qualidade de vida das populações.

Nem toda a água captada é efectivamente aproveitada, na medida em que, muitas vezes, há uma parcela importante associada à falta de eficiência e a perdas. Trata-se de uma componente que tem custos para a sociedade, e os elevados volumes indiciam potenciais de poupança muito significativos.

No ano 2000 os custos da água representaram cerca de 1,65% do Produto Interno Bruto, 114.000 milhões de Eur.

Em termos de procura por sectores, e tendo por base o Plano Nacional da Água, verifica-se que a agricultura é claramente o maior utilizador em Portugal (87% do total), representando o abastecimento às populações 8% e a indústria 5%. Quanto aos custos efectivos para os diversos tipos de utilização, verifica-se que o sector urbano passa a ser o mais relevante com 875 milhões Eur/ano, correspondendo a 46% do total, seguido da agricultura com 524 milhões Eur/ano (28%), e da indústria com 484 milhões Eur/ano (26%).

Os custos adoptados no uso urbano foram de 1 Eur/m^3 quer no abastecimento de água quer na drenagem e tratamento de águas residuais resultantes. Os custos adoptados no uso agrícola foram de 0,08 Eur/m^3, e os de uso industrial foram de 1 Eur/m^3 no abastecimento de água a partir da rede pública (16% do consumo), de 0,125 Eur/ m^3 no abastecimento de água a partir da captação própria (84 % do consumo) e de 1,25 Eur/ m^3 na drenagem e tratamento das águas residuais resultantes.

Em termos desagregados, o maior potencial de poupança nos usos urbanos centra-se, por ordem decrescente de importância, na redução dos consumos nos autoclismos, nos duches/banhos e perdas nos sistemas públicos. O maior potencial de poupança no uso agrícola diz respeito à rega por gravidade. Quanto ao uso industrial, centra-se na parcela da indústria transformadora.

2.2.3. Áreas programáticas

O P.N.U.E.A. está estruturado em quatro áreas programáticas:

AP1 – Sensibilização, informação e educação;

AP2 – Documentação, formação e apoio técnico;

AP3 – Regulamentação técnica, rotulagem e normalização;

AP4 – Incentivos económicos, financeiros e fiscais.

Cada medida proposta pode integrar uma ou mais acções e áreas programáticas, tendo sido atribuídas prioridades de aplicação.

O presente capítulo destina-se à exposição das medidas consideradas prioritárias. Estas prioridades podem ser reavaliadas à escala regional em função das necessidades e disponibilidades de água, o que pode conduzir nas regiões de maior carência a um aumento da prioridade relativamente à situação média nacional.

2.2.4. Metodologia

No uso urbano incluem-se medidas a nível dos sistemas públicos, dos sistemas prediais de abastecimento, de instalações colectivas, dos dispositivos em instalações residenciais, colectivas e similares e dos usos exteriores.

No uso agrícola contemplam-se medidas a nível geral, dos sistemas de transporte e distribuição, da rega por gravidade, por aspersão e rega localizada.

No uso industrial consideram-se medidas a nível geral, do processo de fabrico, dos sistemas de transferência de calor, de limpeza de instalações e de equipamentos.

A apresentação de cada medida inclui a sua caracterização, os impactes, a avaliação do potencial de redução, mecanismos de implementação e análise da viabilidade.

2.2.5. Descrição das medidas com prioridade P1

Nas páginas que se seguem apresenta-se uma súmula do que o P.N.U.E.A. considera mais relevante relativamente às medidas prioritárias.

03 - Utilização de sistema tarifário adequado;

04 - Utilização de águas residuais urbanas tratadas;

05 - Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento;

07 - Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente;

10 - Adequação da utilização de autoclismos;

11 - Substituição ou adaptação de autoclismos;

14 - Adequação da utilização de chuveiros;

15 - Substituição ou adaptação de chuveiros;

16 - Adequação da utilização de torneiras;

18 - Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa;

20 - Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça;

22 - Adequação da utilização de urinóis;

23 - Adaptação da utilização de urinóis;

26 - Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos;

30 - Adequação de procedimentos na lavagem de veículos;

34 - Adequação da gestão de rega em jardins e similares;

35 - Adequação da gestão do solo em jardins e similares;

36 - Adequação da gestão de espécies plantadas em jardins e similares;

41 - Adequação de procedimentos em piscinas;

42 - Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água;

47- Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio;

51 - Melhoria da qualidade dos projectos;

52 - Reconversão dos métodos de rega;

53 - Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - criação de sistemas de aviso de rega;

54 - Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas - condução da rega;

58 - Adequação de procedimentos de operação dos reservatórios;

59 - Redução de perdas no transporte e na distribuição;

60 - Adequação de procedimentos no transporte e na distribuição;

61 - Adaptação de técnicas no transporte e distribuição;

62 - Reconversão dos processos de fornecimento de água aos sulcos, canteiros e faixas;

63 - Adequação dos sistemas de rega por gravidade;

66 - Adequação dos procedimentos na rega por aspersão, controlo do escoamento superficial e erosão;

68 - Substituição do equipamento de aspersão fixa em regiões ventosas;

69 - Adequação da utilização de aspersão com canhões semoventes;

70 - Substituição ou adaptação dos equipamentos de aspersão móvel;

71 - Adequação de procedimentos na rega localizada ;

72 - Substituição do equipamento de acordo com a textura do solo;

73 - Adequação da utilização da água na unidade industrial;

75 - Redução de perdas de água na unidade industrial;

79 - Recirculação de água no sistema de arrefecimento industrial;

84 - Adequação de procedimentos na gestão de resíduos;

86 - Reutilização de dispositivos portáteis de água sob pressão;

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
3	***Utilização de sistema tarifário adequado***	Utilização do mecanismo tarifário para condicionar a procura de água, aplicando custos reais e escalões progressivos, em que os maiores consumidores paguem mais por cada metro cúbico de água. Os beneficiários são as entidades gestoras.	Promoção do uso de água de acordo com necessidades reais evitando desperdícios.	Irrelevantes. (a)	Não existe estimativa. Depende da entidade gestora podendo ser muito eficaz caso haja escassez e na redução de desperdícios.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Tem viabilidade económica, funcional e tecnológica. Não tem desvantagens ambientais. Aceitabilidade social média.
4	***Utilização de águas residuais urbanas tratadas***	Utilização de água residual tratada proveniente de estações de tratamento de águas residuais urbanas. Associa-se a actividades de operação e manutenção (lavagem de pavimentos urbanos, lavagem de veículos, limpeza de colectores), a rega na agricultura de produtos que não são consumidos crus e a rega de espaços verdes. Os beneficiários são os utilizadores de águas residuais tratadas.	Redução do caudal captado nos meios hídricos, redução da descarga de efluentes de ETAR para meios hídricos sensíveis, recirculação benéfica de nutrientes quando usada em irrigação.	Significativo caso não seja efectuado o devido tratamento. Riscos de saúde pública	Taxas de reutilização até 70%, embora não exista estimativa nacional fiável.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Incentivos económicos e financeiros. Normalização.	Prevista alguma resistência social, pelo que a divulgação de informação é importante. Aceitabilidade social boa. Procedimentos adequados para evitar riscos de saúde pública. Viabilidade económica quantificada caso a caso. Boa viabilidade tecnológica.
5	***Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento***	Implementação pde programas de detecção, localização e eliminação de perdas resultantes de fugas, roturas e extravasamentos. Aplica-se a sistemas públicos incluindo captação, tratamento, adução, armazenamento e distribuição. Os beneficiários são as entidades gestoras.	Redução do caudal captado nos meios hídricos, redução dos custos de energia, de reagentes ou de aquisição de água e melhoria do estado de conservação dos sistemas. Redução do potencial de contaminação se a pressão da rede baixar significativamente.	Irrelevantes. Os custos de detecção, localização, reparação de perdas podem não ser economicamente justificáveis. (b)	Estimam-se perdas até cerca de 40%, podendo ser reduzidas até 20%. Eficiência potencial cerca de 50%.	Captação, tratamento, adução, armazenamento e distribuição. Sensibilização, guia de apoio à realização de auditorias, programas do uso eficiente de água, realização de auditorias para contabilização de perdas, sistema de incentivos económicos e financeiros, realização e promoção de projectos de demonstração	Necessário pessoal habilitado. Aceitabilidade social média uma vez que implica alterações de rotina. Economicamente estima-se uma poupança de 114 milhões de m^3/ano associado a 100 milhões de Eur. para o país. Boa viabilidade tecnológica e funcional.
7	***Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente***	É essencial nas instalações prediais em que se utilize a recirculação de água quente.	Redução do desperdício de água corrente, redução do consumo de água, de energia e de caudais residuais.	Irrelevantes	Não existe estimativa. Depende do local e variação sazonal.	Fase de construção ou renovação. Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Regulamentação técnica.	Aceitabilidade social elevada. Benefícios económicos não contabilizados, mas que implica redução na facturação. Boa viabilidade tecnológica e funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
10	***Adequação da utilização de autoclismos***	Sensibilização da população para a alteração dos hábitos de uso do autoclismo e bacia de retrete. Ajuste do autoclismo para volume de descarga mínimo, uso de descarga de menor volume ou interrupção de descarga para usos que não necessitem de descarga total. Colocação de lixo em balde apropriado. Redução do volume de armazenamento, evitando deterioração das peças. Não efectuar descargas desnecessárias. Reutilização de água para lavagem quando houver escassez.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (c)	Para uso doméstico estima-se até cerca de 37% de eficiência potencial. Poupança potencial de $10m^3$/ano/fogo ou $48.000.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Os custos dependem dos meios mobilizados para a sua concretização. Aceitabilidade social média uma vez que implica alterações de rotina. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 20 Eur/fogo ou 94.273.803 Eur para o país.
11	***Substituição ou adaptação de autoclismos***	Adaptação ou substituição do autoclismo convencional, da bacia de retrete por outro com volume de descarga inferior, utilizando autoclismos de baixo consumo(descarga de volume reduzido, descarga de dupla capacidade ou descarga controlada pelo utilizador). Aplicável a qualquer instalação. Os potenciais beneficiários são os inquilinos e proprietários das instalações.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (c)	Para uso doméstico estima-se até cerca de 60% de eficiência potencial. Poupança potencial de $28m^3$/ano/fogo ou $134.000.000m^3$/ano.	Aplicável ao nível da oferta e da procura. Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Incentivos económicos, financeiros, fiscais, regulamentação técnica, legislação, normalização, rotulagem de produtos, certificação, homologação e verificação de conformidade.	Aceitabilidade social média dependente da eficiência de informação e certificação dos modelos. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 54 Eur/fogo ou 262.000.000 Eur para o país.
14	***Adequação da utilização de chuveiros***	Sensibilização da população para a poupança de água relativamente a duches e banhos. Utilização preferencial do duche em alternativa ao banho de imersão. Utilização de duches curtos, com um período de água corrente não superior a 5 minutos. Utilização de 1/3 do nível máximo da banheira, caso opte por banho. Fecho de água do duche durante um período de ensaboamento. Recolha de água fria até chegar a água quente à torneira, para posterior rega de plantas ou lavagens na habitação. Utilização de recipiente para certos usos (lavagens de vegetais, mãos, etc) e reutilização no autoclismo ou na rega consoante seja apropriado. Substituição de banho ou duche por lavagem com esponja e bacia de água.	Redução do consumo de água, descarga de águas residuais e de consumo de energia.	Irrelevantes (c)	Para uso doméstico estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial. Poupança potencial de $40m^3$/ano/fogo ou $192.000.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Aceitabilidade social média uma vez que implica alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 262 Eur/fogo ou 1.257.600.000 Eur para o país.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
15	***Substituição ou adaptação de chuveiros***	Substituição ou adpatação de chuveiros convencionais por modelos mais eficientes com menor caudal . A diminuição de caudal, ou volume total por utilização pode ser conseguida adoptando um modelo com menor caudal sempre que for necessária a substituição de um chuveiro. Utilização de torneiras misturadoras, monocomando ou termoestáticas, que permitam diminuir o consumo por utilização, permitindo a redução do desperdício até a água ter temperatura desejada (eliminação do tempo de regulação da temperatura e facilidade de abertura e fecho). Adaptação de dispositivos convencionais através da instalação de arejador, de redutor de pressão(anilha ou válvula) ou de válvula de seccionamento	Redução do consumo de água, descarga de águas residuais e de consumo de energia associado ao aquecimento de água.	Irrelevantes (c)	Para uso doméstico estima-se até cerca de 25% de eficiência potencial. Poupança potencial de $20m^3$/ano/fogo ou $96.000.000m^3$/ano.	Ao nível da oferta e procura, por intermédio da informação. Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Incentivos económicos, financeiros, fiscais, regulamentação técnica, legislação, normalização, rotulagem de produtos, certificação, homologação e verificação de conformidade.	Aceitabilidade social média/alta dependente da eficiência de informação e certificação dos modelos. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 131 Eur/fogo ou 628.800.000 Eur para o país.
16	***Adequação da utilização de torneiras***	Promoção da alteração dos hábitos da população relativamente à utilização das diferentes torneiras na habitação (lavatórios, bidés, banheiras e lava-louças) de modo a evitar o desperdício. Minimização da utilização de água corrente para lavar ou descongelar alimentos(usando alguidar), para lavagem de louça (com alguidar), para escovar dentes (uso de copo ou fechando a torneira durante a escovagem), para fazer a barba (água no lavatório ou máquina eléctrica) ou lavar as mãos. Verificação do fecho das torneiras após o uso; utilização da menor quantidade de água possível para cozinhar os alimentos usando vapor, microondas ou panela de pressão (melhora o sabor). Utilização de água de lavagens para enxaguamento de roupa ou louça ou duches, com pouco detergente), para outros usos, como lavagens na casa por períodos limitados, em rega de plantas (encher autoclismos). Utilização de água de cozer vegetais para confeccionar sopa ou cozer outros vegetais. Os beneficiários são todas as entidades que usam estes dispositivos.	Redução do consumo de água, descarga de águas residuais e de consumo de energia associado ao aquecimento de água.	Irrelevantes (c)	Para uso doméstico estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial. Poupança potencial de $41m^3$/ano/fogo ou $100.800.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Os custos dependem dos meios mobilizados para a sua concretização. Aceitabilidade social média uma vez que implica alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 89 Eur/fogo ou 428.400.000 Eur para o país.
18	***Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa***	Minimizar o número de utilizações e o consumo de água em cada utilização através da alteração de comportamentos. Inclui consulta de instruções de equipamento com recomendações relativas a consumos de água, energia e detergente. Utilização da máquina apenas com carga completa. Não utilização de programas com ciclos desnecessários. Seleccção de programas conducentes a menor consumo de água. Regulação da máquina para a carga a utilizar e par o nível de água mínimo, se possuir regulador para este fim. Não proceder à lavagem de roupua que não necessite de tal (amarrotada-ex. hotéis)	Redução do número de utilizações e consequente consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (c)	Estima-se até cerca de 16% de eficiência potencial. Poupança potencial de $1.8m^3$/ano/fogo ou $7.200.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Os custos dependem dos meios mobilizados para a sua concretização. Aceitabilidade social elevada embora implique alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 6 Eur/fogo ou 23.600.000 Eur para o país.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
20	***Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça***	Utilização da máquina de lavar louça de modo a minimizar o número de utilizações e o consumo de água em cada utilização através da alteração de comportamentos. Inclui cumprimento de instruções de equipamento com recomendações relativas a consumos de água, energia e aditivos. Utilização da máquina, sempre que possível, com carga completa. Minimização do enxaguamento da louça antes de a colocar na máquina. Não utilização de programas com ciclos desnecessários. Seleccção de programas conducentes a menor consumo de água. Regulação da máquina para a carga a utilizar e par o nível de água mínimo, se possuir regulador para esse fim. Lavagem de louça na máquina em vez de a lavar à mão. Limpeza regular dos filtros e remoção de depósitos.	Redução do número de utilizações e consequente consumo de água, descarga de águas residuais e de consumo de energia.	Irrelevantes (c)	Estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial. Poupança potencial de $3.3m^3$/ano/fogo.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Os custos dependem dos meios mobilizados para a sua concretização. Aceitabilidade social elevada embora implique alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 24 Eur/fogo ou 14.355.000 Eur para o país.
22	***Adequação da utilização de urinóis***	Garantia da regulação adequada do volume, frequência e duração das descargas em função da utilização logo a partir da instalação e periodicamente por forma a diminuir o caudal ou volume total por utilização. Os beneficiários são os proprietários ou responsáveis pela instalação de urinóis.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (d)	Não existe estimativa fiável. Variabilidade dependente do sistema.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Aceitabilidade social elevada. Boa viabilidade tecnológica, económica e funcional.
23	***Adaptação da utilização de urinóis***	Melhoria da frequência de duração de descarga de urinóis através de sistemas de controlo automático da descarga. Utilização de sistemas de infra-vermelhos, sensores de líquido, sistemas magnéticos associados a portas e termostatos. Aplicável a qualquer instalação. Os beneficiários são os proprietários ou responsáveis pelas instalações.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (d)	Redução de consumo até 90%	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Regulamentação técnica.	Aceitabilidade social elevada. Boa viabilidade tecnológica, económica e funcional.
26	***Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos***	Promoção da alteração dos hábitos dos utilizadores de dispositivos de lavagem de pavimentos com água. Utilização de mangueiras com dispositivos de controlo de caudal, na extremidade, de modo a permitir o rápido corte ou diminuição de caudal sem ter de se efectuar deslocação à torneira de alimentação do sistema. Lavagem do modo mais rápido possível, evitando desperdício. Lavagem imediatamente após limpeza a seco. Os beneficiários são os consumidores particulares e públicos.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais.	Irrelevantes (c)	Estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial. Poupança potencial de $0.9m^3$/ano/fogo ou $2.880.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Aceitabilidade social média/elevada embora implique alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 1.7 Eur/fogo ou 5.500.000 Eur para o país.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
30	***Adequação de procedimentos na lavagem de veículos***	Promoção da alteração dos hábitos de consumidores que efectuem lavagem de viaturas. Substituição da lavagem de viaturas com mangueira pela lavagem com balde. Utilização de mangueira com dispositivos de controlo de caudal na extremidade, de modo a permitir o rápido corte ou diminuição de caudal sem ter de se efectuar o deslocamento à torneira de alimentação do sistema. Diminuição da frequência de lavagem de viatura. Lavagem de viatura utilizando água da chuva quando ocorra precipitação. Lavagem o mais rápida possível, e interrupção aquando da aplicação do detergente. Colocação da viatura sobre superfície não impermeabilizada minimizando escorrências superficiais. Os beneficiários são os consumidores domésticos e do sector comercial.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais, essencialmente a nível doméstico.	Desvantagem na lavagem com balde se se destinar a um elevado número de viaturas	Estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial. Poupança potencial de $1.8m^3$/ano/fogo ou $5.000.000m^3$/ano.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico.	Aceitabilidade social média/elevada embora implique alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente poupa-se atá 3.4 Eur/fogo ou 9.500.000 Eur para o país.
34	***Adequação da gestão de rega em jardins e similares***	Correcta gestão de intensidade, alcance e períodos de rega através da alteração de comportamentos e de modo a efectuar as regas periódicas fornecendo somente a quantidade de água necessária ao normal crescimento das plantas. Eliminação de regas ligeiras e frequentes, humedecendo apenas a zona superficial do solo, o que se revela insuficiente para a água atingir as raízes das plantas situadas, em geral, a maior profundidade; aplicação de regas de maior dotação e menor frequência, mas não excedendo as necessidades das plantas e permitindo que a humidade seja insuficientemente retida na zona radicular; em zonas de solos arenosos o procedimento deve ser oposto. Efectivação da rega somente quando necessário; instalação de sensores de humidade no solo. Realização de manutenção periódica dos sistemas de rega de modo a eliminar fugas. Programação da altura de rega para o início da manhã (antes das 8.00h) ou fim de tarde (depois das 18.00h) de modo a minimizar perdas por evaporação. Regulação da intensidadede rega para não criar escoamento superficial de pavimentos e sumidouros. Operação eficiente dos sistemas de rega por aspersão (pressão adequada com válvulas de redutoras de pressão;temporizadores com programas;dispositivo de fecho automático;utilização de difusores e ângulos de rega;localização e orientação de aspersores;manutenção periódica do sistema). Operação eficiente dos sistemas de rega gota-agota: pressão adequada com válvula; manutenção periódica, instalação de filtros, utilização de acessórios compatíveis, limitação de rega a determinas áreas determinadas pelos caudais das torneiras,ajuste de número de gotejadores e tempo de funcionamento do sistema ao tipo de solo, clima, número, tipo e estado de crescimento de plantas, evitar excesso de rega relativamente às necessidades. Uniformizar a distribuição de água na área com adaptação de dispositivos apropriados. Os beneficiários são os consumidores domésticos e responsáveis pela gestão de zonas ajardinadas.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais resultantes de escorrências superficiais e drenagem profunda correspondentes à água em excesso relativamente às necessidades das plantas. Redução da quantidade de fertilizantes aplicados	Irrelevantes (a)	Estima-se até cerca de 70% de eficiência potencial. Difícil de prever os consumos reais de rega nos espaços ajardinados, a nível doméstico e municipal	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Rotulagem de produtos. Certificação. Realização de auditorias. Actualização da regulamentação para estabelecer obrigatoriedade do cumprimento de regras.	Economicamente estima-se um valor médio de 35 Eur por jardim. Aceitabilidade social média/elevada. Boa viabilidade tecnológica e funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
35	***Adequação da gestão do solo em jardins e similares***	Alteração das características do solo de modo a aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento de água o que implica a alteração de comportamentos dos responsáveis por áreas ajardinadas.Adição de composto orgânico e minerais ao solo, sempre que adequado, para aumentar a capacidade de retenção de água no solo. Cobertura do solo em torno das plantas (7-10cm) de matéria vegetal, para diminuir perdas por evaporação da superfície do solo e reduzir o crescimento de infestantes. Verificação da altura desta camada e reposição qundo necessário: mobilização(arejamento) do solo, com frequência anual mínima, diminuindo assim a compactação e aumentar a acapacidade de retenção de água. Os beneficiários são os consumidores domésticos e responsáveis pela gestão de zonas ajardinadas.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais resultantes de escorrências superficiais correspondentes à água em excesso relativamente às necessidades das plantas. Redução da quantidade de fertilizantes aplicados	Irrelevantes (a)	Estima-se até cerca de 25% de eficiência potencial. Difícil de prever os consumos reais de rega nos espaços ajardinados, a nível doméstico e municipal	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Rotulagem de produtos. Certificação. Realização de auditorias. Actualização da regulamentação para estabelecer obrigatoriedade do cumprimento de regras.	Aceitabilidade social elevada. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente difícil de quantificar.
36	***Adequação da gestão de espécies plantadas em jardins e similares***	Selecção de espécies vegetais com resistência à seca. Estas plantas são, em geral, espécies autóctones da região em questão e devem ser agrupadas no terreno de acordo com as necessidades da água. Devem ser eliminadas periodicamente as espécies infestantes que utilizam parte da água fornecida, constiuindo uma alteração de comportamentos dos responsáveis por áreas ajardinadas. Os beneficiários são os consumidores domésticos e responsáveis pela gestão de zonas ajardinadas.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais resultantes de escorrências superficiais correspondentes à água em excesso relativamente às necessidades das plantas. Redução da quantidade de fertilizantes aplicados	Irrelevantes (a)	Estima-se até cerca de 80% de eficiência potencial. Difícil de prever os consumos reais de rega nos espaços ajardinados, a nível doméstico e municipal	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Rotulagem de produtos. Certificação. Realização de auditorias. Actualização da regulamentação para estabelecer obrigatoriedade do cumprimento de regras. Incentivo ao cultivo de espécies resistentes á seca em viveiros municipais	Aceitabilidade social média. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Economicamente difícil de quantificar.
41	***Adequação de procedimentos em piscinas***	Minimização da frequência da lavagem de filtros e as perdas por transbordamento, através da alteração de comportamentos. Manutenção do nível da piscina abaixo do bordo para evitar perdas por transborbamento. Manutenção da piscina limpa de modo a minimizar a colmatação dos filtros de tratamento e consequentemente a frequência da sua lavagem. Deve ser decarregado o excesso de água de lavagem de filtros em superfícies jardinadas, assegurando que a concentração de cloro é inferior a 3mg/l. Para equalização de nível de eliminação do desinfectante pode ser instalado um pequeno reservatório não coberto. Os beneficiários são os consumidores domésticos e proprietários de piscinas.	Redução do consumo de água quer na piscina quer na rega de zonas ajardinadas.	Irrelevantes. (c)	Estima-se até cerca de 30% de eficiência potencial. Para consumidores domésticos estimam-se caudais até $30m^3$/ano por fogo com piscina ou $2.800.00m^3$/ano no global.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Realização de auditorias.	Economicamente estima-se um valor médio de 57 Eur por piscina ou 5.000.000 Eur para o país. Aceitabilidade social média/elevada embora implique alterações de comportamento. Boa viabilidade tecnológica e funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
42	***Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água***	No caso de lagos, espelhos de água e fontes, consiste na instalção de recirculação, total ou parcial, da água. Nestas condições, a água degrada-se ao longo do tempo, devendo ser instalada sinalização de aviso relativa à sua não potabilidade. No caso de piscinas, consiste na recirculação obrigatória da água que enche a piscina, efectuando um tratamento intercalar de modo que a sua qualidade continue adequada a este tipo de uso, reduzindo o número de enchimentos da piscina com água nova. adicionalmente, o tratamento seleccionado deve ser eficiente, utilizando o mínimo de volume de água possível para realizar as lavagens de filtros. Os beneficiários são os consumidores particulares e entidades gestoras por estes espaços de lazer.	Redução do consumo de água e redução de descargas de águas residuais.	Investimento inicial, nomeadamente quando for necessária a instalação de sistema de tratamento. Custos de manutenção do equipamento e de consumo de energia.	Estima-se até cerca de 96% de eficiência potencial. Para consumidores domésticos estimam-se caudais até 2.000m^3/ano por fogo com piscina ou 192.000.00m^3/ano no global.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Realização de auditorias.	Economicamente estima-se um valor médio de 4988 Eur por habitação com piscina, ou 478846 Eur no país. Investimento inicial por consumidor doméstico recuperável num ano. Aceitabilidade social média/elevada. Boa viabilidade tecnológica e média viabilidade funcional devido ao manuseamento.
47	***Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio***	Efectuar a rega da relva dos espaços verdes de acordo com as necessidades da espécie vegetal mas com o mínimo de consumo de água, através da correcta gestão de períodos e intensidade de rega, do solo e do tipo de rega semeada. Realização da rega somente quando necessário; monotorização da zona das raízes, instalando sondas de humidade em locais representativos das variações microambientais que se verificam nas áreas, os sensores podem ser controlados pelos sensores. Planeamento, instalação, operação e manutenção adequada dos sistemas de irrigação. Substituição por modelos mais eficientes no funcionamento e cobertura de áreas irrigadas. Ajustamento do programa de rega de acordo com o clima. Avaliação da alteração das características do solo, quando necessário. Selecção das espécies de relva de baixo consumo de água adequadas ao cliema. Correcta gestão da frequência e altura de corte de relva. Limitação dos relvados, na construção de novos campos desportivos, às zonas de jogo. Os beneficiários são as entidades gestoras por estes espaços de lazer.	Redução do consumo de água e descarga de águas residuais resultantes de escorrências superficiais correspondentes à água em excesso relativamente às necessidades das plantas. Redução da quantidade de fertilizantes aplicados	Investimento inicial (sondas de humidade e dispositivos de corte de relva).	Estima-se até cerca de 70% de eficiência potencial. Estimam-se caudais até 132.000m^3/ano por campo ou 5.800.00m^3/ano no país.	Sensibilização, informação, educação. Documentação, formação, apoio técnico. Rotulagem de produtos. Certificação. Realização de auditorias. Actualização da regulamentação para estabelecer obrigatoriedade do cumprimento de regras.	Economicamente estima-se um valor médio de 10475 Eur por campo, ou 462884 Eur no país. Investimento inicial de 300 cts por consumidor doméstico recuperável num ano. Aceitabilidade social elevada. Boa viabilidade tecnológica e funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
51	***Melhoria da qualidade dos projectos***	Definição de um conjunto de Normas de Projecto, sendo obrigatório a assinatura de um técnico credenciado, permitindo ganhos significativos no desempenho dos sistemas de rega a instalar no futuro. Promoção da utilização de material de rega testado/certificado, e disponibilização de forma eficaz das respectivas características técnicas. Obrigatoriedade da criação de Normas Técnicas para a testagem de equipamento de rega e/ou normas que regulamentam os processos de reconhecimento de testes efectuados internacionalmente. Os beneficiários são os agricultores.	Melhoria no dimensionamento.	Aumento dos custos de projecto e sitemas de rega	Estima-se até cerca de 30% de eficiência potencial. Eficiência de um sistema de rega sob pressão até 80%(rega por aspersão) e 95% (rega localizada)	Sensibilização, informação, educação em equipamentos certificados. Documentação, formação, apoio técnico, credenciação de profissionais habilitados. Realização de cursos de reciclagem de curta duração para técnicos projectistas ministrados por organizações profissionais do sector. Regulamentação técnica e criação de legislação adequada (Normas técnicas para execução de projectos de rega, para a testagem de material e relativas a homologação de testes)	Aceitabilidade mediana por parte dos destinatários. Boa viabilidade tecnológica e económica.
52	***Reconversão dos métodos de rega***	Promoção da substituição da rega por gravidade, nos terrenos/solos não vocacionados para tal, por rega sob pressão. Deverá também ser considerada nos casos em que não seja possível adoptar técnicas melhoradas na rega por gravidade devido à impossibilidade de se dispor dos necessários elevados caudais, e em zonas de escassez de mão-de-obra com experiência em regadio.	Aumento imediato da eficiência da rega. Automatização. Diminuição da necessidade da mão de obra.	Investimento inicial.	Estima-se até cerca de 40% de eficiência potencial. Substituição de um sistema de rega de baixa eficiência de 60% por rega de baixa-pressão até 95%	Sensibilização, informação, educação. Auditorias promovidas pelos serviços regionais. Incentivos económicos e financeiros (ex. programa AGRO)	Baixa viabilidade económica em sistemas de agricultura tradicionais. Boa viabilidade em empresas agrícolas inseridas no mercado. Boa viabilidade tecnológica e económica.
53	***Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas-criação de sistemas de aviso de rega***	Instalação de estações metereológicas em zonas representativas de uma área mais vasta para recolha da informação climática relevante e seu processamento, sendo então divulgada aos agricultores com explorações na área dominada pela estação. O conhecimento em tempo real das necessidades reais das culturas é um auxiliar não só para o regante mas também para o gestor do reservatório.	Aumento da eficiência dos regimes de rega. Automatização.	Custos relacionados com a aquisição e divulgação da informação.	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial relativamente à água consumida para rega.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação. Incentivos económicos e financeiros. Aquisição de estações metereológicas automáticas simples a preço acessível. Recolha de informação, respectivo processamento e divulgação (envio de folhetos, emprensa/programas). Projectos de demonstração (divulgação, demonstração e formação)	Custos de aquisição, instalação e manutenção de equipamento e de pessoal especializado (tratamento, divulgação, informação). Criação e manutenção do site na net. Aceitabilidade elevada destas medidas.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
54	***Adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das culturas-condução da rega***	Promoção da adaptação, por parte dos agricultores, de métodos de condução de rega (determinação de quando e quanto regar) e de instrumentos que lhes permitam identificar situações em que haja consumos claramente excessivos, face às necessidades da cultura na região considerada. Dado ser necessário dispor de um funcionamento de água fiável e flexível, será utilizável fundamentalmente pelos regantes privados e os que recebem a água a pedido.	Poupança da água. Melhoria das produções por eliminação da ocorrência de stress hídrico. Redução nas perdas de fertilizantes e pesticidas.	Custo ambiental e económico.	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial relativamente à água consumida para rega.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação. Realização de auditorias.Incentivos económicos e financeiros (ex. programa AGRO/AGRIS). Aquisição de equipamento. Projectos de demonstração (divulgação, demonstração e formação)	Aceitabilidade potencialemente elevada nos regadios individuais e nos de iniciativa estatal. Difícil medição de consumos nas derivações em superfície livre.
58	***Adequação de procedimentos de operação dos reservatórios***	Aplicação de metodologias modernizadas de gestão dos reservatórios. Utiliza-se como base dados a informação distribuída espacialmente, sobre culturas, áreas regadas, consumos históricos, informação metereológica histórica e actual dos modelos de estimação das necessidades e consumos de rega. Tornam-se mais eficientes quando integradas em sistemas de informação geográfica. Gestão estratégica das disponibilidades hídricas, através da uma programação da satisfação da procura dos diversos utilizadores, atendendo às prioridades de utilização definidas pelo Dec.-Lei 46/94. Gestão operacional da admissão de água para o sistema, permitindo ajustar os hidrogramas de fornecimento aos hidrogramas de procura definidos ao longo do período de rega. Os beneficiários são os gestores das redes de rega abastecidas a partir de reservatórios.	Fornecimento de base de dados para acções de gestão. Melhor conhecimento do território e eficácia em acções de ordenamento.	Custos na formação especializada em sistemas de informação, bases de dados e sistemas de regadio.	Pode atingir valores elevados dependendo da intensidade do défice hídrico.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação. Incentivos económicos e financeiros (ex. programa AGRO/AGRIS). Gestão de recursos hídricos e infra-estruturas, beneficiação de infra-estruturas, regadios tradicionais, novos regadios, reabilitação e modernização dos perímetros de rega. Formação profissional.	Aceitabilidade elevada. Formação de técnicos. Actualização de base de dados. Benefícios ambientais sem riscos para a saúde pública.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
59	***Redução de perdas no transporte e na distribuição***	Acções de reabilitação e conservação que visem reduzir ou eliminar perdas de água durante o transporte e distribuição, em resultado da infiltração de água através das paredes dos canais ou resultantes de fugas de extravasamentos devidos à deterioração das condições de funcionamento da rede hidráulica. Impermeabilização de canais, redimensionando, revestindo canais de terra e impermiabilizando canais. Manutenção e conservação das redes de canais e condutas de transporte de distribuição, limpando os canais, retirando sedimentos e vegetação aquática, reparação de estruturas danificadas, verificação do funcionamento, reparação das estruturas de controle, verificação da exsitência de fugas e sua reparação. Os beneficiários são os gestores das redes de distribuição dos regadios colectivos de iniciativa estatal e regadios tradicionais.	Diminuição de água por infiltração e melhoria das condições de controlo de transporte e distribuição de água. Diminuição dos custos de manutenção. Restauração das condições de escoamento hidráulico de projecto, garantindo o funcionamento do sistema de regulação diminuindo as perdas de água no trajecto.	Custos de obra. Dificuldades de amortização pelos regantes, particularmente nos regadios tradicionais. Aplicação da medida nos regadios tradicionais, criando uma estrutura que suporte os custos de material e exigências de mão de obra. Nos regadios colectivos de iniciativa estatal não se apontam inconvenientes.	Estima-se até cerca de 30% de eficiência potencial. Depende das características dos solos, altura de água, nível freático, sedimentação, velocidades de escoamento, tempo em carga, dimensão e tipo de aterro, acidentes, desgaste, etc.	Sensibilização, informação, educação. Auditorias. Incentivos económicos e financeiros (ex. programa AGRIS). Gestão de recursos hídricos. Regulamentação técnica.	Custos com a obra. Tecnologicamente com viabilidade muito boa. Ambientalmente as perdas de água nos perímetros de rega alimentam caudais a jusante e ecossistemas naturais e agrícolas. A diminuição destas perdas podem originar alterações hídricas a jusante e originar situações de défice hídrico aumentando as necessidades de rega. Socialmente com muito boa aceitabilidade sem dificuldades funcionais. Poderão ocorrer conflitos locais de disputa de água. Localmente pode evitar fugas localizadas de água que originam zonas com hidromorfismo, menor produtividade e riscos para a saúde.
60	***Adequação de procedimentos no transporte e na distribuição***	Aplicação de procedimentos de gestão operacional que permitam ajustar o fornecimento de água à procura, mantendo estruturas existentes. Estabelecimento de calendários de distribuição por acordo entre os agricultores e o gestor de redes, em substituição dos horários rígidos de distribuição. Estabelecimento de horários de funcionamento da rede mais alargados que permitam uma distribuição mais contínua de água ao longo do dia e da semana, diminuindo picos de procura e/ou de funcionamento, incluindo funcionamento em período nocturno.	Melhoria da gestão operacional, nomeadamente nas perdas no transporte e distribuição nos regadios.	Requer custos adicionais com mão de obra, nomeadamente no alargamento de horários de funcionamento, podendo ser incorporados no preço de água.	Estima-se até cerca de 15% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Auditorias aos usos de água.	Boa viabilidade económica, não requer tecnologia e tem boa aceitabilidade pelos destinatários.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
61	***Adaptação de técnicas no transporte e distribuição***	Modernização das actuais redes hidráulicas equipando-as com dispositivos e mecanismos que lhes confiram maior capacidade de armazenamento, automatismo e maior capacidade de controlo e regulação. Construção de novos reservatórios intercalares de regulação de pontos estratégicos da distribuição, cuja capacidade de armazenamento compensa a diferença entre o caudal constante admitido e o caudal de ponta efluente necessário. Automatização de diferentes estruturas hidráulicas de controlo e regulação. Melhoramento das condições de controle das redes de rega; aplicação de métodos de gestão da rede em tempo real, agregando conhecimento do funcionamento hidráulico da rede com os hidrogramas de procura. Automação por mecanismos de telemediação, telealarme para apoio ao controlo permitindo maior rapidez nas manobras de resposta a modificações das condições de escoamento. Implementação de sistemas de telegestão e telecontrole. Níveis de automação mais sofisticados, associando telemedição e televigilância a telecomando de manobras, antecipando-as respondendo eficientemente às variações de procura (base de dados, programação, simulação e agregação de resultados). Os beneficiários são os gestores das redes dos regadios colectivos de iniciativa estatal.	Maior eficiência no controlo de volumes distrubuídos e melhor prestação de serviço, reduzindo os custos de mão de obra.	Volume de obra. Custo adicional para mão de obra.	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação. Realização de auditorias. Incentivos económicos e financeiros (ex. programa AGRO/AGRIS,), Gestão de recursos hídricos, Infra-estruturas para beneficiação, de regadios tradicionais, novos regadios e reabilitação e modernização dos perímetros de rega.	Investimento elevado na execução de obra. Funcionalmente exige metodologia de gestão de acordo com a rede e o serviço. Socialmente com aceitabilidade boa, após problemas de expropriações. Investimento elevado de automatização de telegestão e telemedição; Exige manutenção, conservação e mão de obra qualificada Custos de implementação, de equipamentos e manutenção elevados.
62	***Reconversão dos processos de fornecimento de água aos sulcos, canteiros e faixas***	Redução das perdas de água durante o transporte na cabeceira das parcelas, previamente ao seu fornecimento aos sulcos. Revestimento das regadeiras em terra e utilização de sifões para fornecimento de água à parcela, reduzindo-se as perdas por infiltração. Substituição das regadeiras por mangas flexíveis ou tubos de PVC janelados, reduzindo-se as perdas por infiltração e evaporação. Os beneficiários são os agricultores dos regadios tradicionais, individuais e colectivos.	Redução das perdas de água por infiltração e evaporação na cabeceira da parcela, com o consequente aumento da eficiência de água e redução dos volumes de água a utilizar. Diminuição de mão de obra	Irrelevantes (b)	Estima-se até cerca de 25% de eficiência potencial de redução. Estima-se redução de caudais até 214.582.000m^3. Economicamente estima-se um valor médio de 18577 Eur.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica. Cursos de formação para técnicos de curta duração.Incentivos económicos e financeiros. Projectos de demonstração.	Viabilidade social boa. Custos de instalação (60 Eur/ha) vida útil de 2 anos-manga flexível e (324 eur/ha) vida útil de 10 anos-tubo janelado de PVC. Custos de manutenção (10 eur/ha). Ganho bruto de 167 Eur/ha. Depende do tipo de regadios (tradicionais, individuais e colectivos). Boa viabilidade tecnológica e funcional.
63	***Adequação dos sistemas de rega por gravidade***	Determinação em fase de projecto das relações mais adequadas entre os factores que determinam a eficiência de rega por gravidade. Depende do tipo de solo, o caudal de entrada, forma, dimensão da parcela a regar, uniformidade do declive. Permite ao agricultor decidir com base nas características da sua parcela, qual a melhor relação entre declive, caudais de alimentação e comprimento de sulcos. Os beneficiários são os agricultores dos regadios individuais e colectivos.	Redução das perdas de água por percolação e por escoamento superficial no final dos sulcos.	Irrelevantes (b)	Estima-se até cerca de 30% de eficiência potencial de redução. Estima-se redução de caudais até 278.114.000m^3. Economicamente estima-se um valor médio de 23338 Eur .	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica. Auditorias. Incentivos económicos e financeiros. Projectos de demonstração, podendo ser utilizados projectos experimentais estatais.	Boa viabilidade nos regadios individuais e colectivos. Estima-se 40% de generalização. Boa viabilidade tecnológica, económica e funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
66	***Adequação dos procedimentos na rega por aspersão, controlo do escoamento superficial e erosão***	Realização de operações culturais a praticar por regantes, em solos em risco de escorrimento superficial e erosão, segundo as curvas de nível, minorando a tendência ao escoamento, e criação de pequenas bacias, covachos, para retenção da precipitação e promover a sua infiltração. Correcção das características físicas do solo, de modo a melhorar a capacidade de infiltração, através da correcção da acidez do solo, aplicação de polímeros para conservação da estrutura do solo e do complexo argilo-húmico e ainda por aplicação de correctivos orgânicos. Os beneficiários são os proprietários de sistemas de rega por aspersão em solos declivosos e com baixa capacidade de infiltração.	Redução do risco de escoamento superficial e erosão do solo com implicação imediata no aumento da uniformidade de distribuição e da eficiência de rega. Conservação do solo e ambiente. Evita arrastamento de agro-químicos para as águas superficiais, diminui risco de eutrofização.	Irrelevantes (d)	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica. Incentivos económicos e financeiros. Projectos de demonstração, podendo ser indicadas doses, condições de aplicação, modo de aplicação, etc.	Boa viabilidade económica, tecnológica e funcional. Boa aceitabilidade por parte dos destinatários.
68	***Substituição do equipamento de aspersão fixa em regiões ventosas***	Substituição de aspersores de inclinação normal por aspersores de jacto raso, com inclinação de 4º a 15º, em regiões ventosas. Os beneficiários são os regantes com instalações de aspersão fixa em regiões ventosas.	Aumento da uniformidade de distribuição e da eficiência de rega reduzindo as perdas por arrastamento pelo vento.	Custo de implementação do equipamento.	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Auditorias. Incentivos económicos e financeiros. Projectos de demonstração, sensibilizando para o equipamento adequado.	Medianamente aceite pelos regantes, dado exigir esforço de modificação. Estima-se uma redução da factura de energia até 20%.Necessário estudo para quantificar ganhos. Boa viabilidade tecnológica e funcional.
69	***Adequação da utilização de aspersão com canhões semoventes***	Alterações para uma correcta utilização e regulação dos canhões semoventes, adequando velocidades, pressões de funcionamento e espaçamentos, às condições de solo e cultura. Os beneficiários são os proprietários de canhões semoventes.	Compatibilização entre a intensidade de precipitação e a taxa de infiltração do solo, aumentando a uniformidade de distribuição e da eficiência de rega como resultado da redução de perdas por escoamento superficial e por arrastamento pelo vento.	Irrelevantes. (c)	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica, implementação de acções de formação.	Muito boa viabilidade tecnológica e funcional. Plenamente aceite pelos regantes desde que devidamente informados. Boa viabilidade económica.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
70	***Substituição ou adaptação dos equipamentos de aspersão móvel***	Conversão de sistemas de rega por aspersão já existentes, nos quais se reconheça inadequação do equipamento imprimindo-lhes características de funcionamento tidas como desejáveis, nomeadamente pela substituição do equipamento ou pelo seu reposicionamento. Os beneficiários são os regantes com sistemas por aspersão em situação de inadequação.	Aumento da uniformidade de rega e desenvolvimento uniforme da cultura.	Custo de alteração do equipamento	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica (formação, reciclagem). Auditorias. Incentivos económicos e finaceiros.	Boa viabilidade tecnológica e funcional. Exige estudo prévio para cada caso. Boa aceitabilidade pelos regantes se existirem ajudas financeiras.
71	***Adequação de procedimentos na rega localizada***	Garantia das condições de funcionamento de sistemas de rega localizada, para manutenção da sua uniformidade de distribuição e eficiência, por meio de acções junto dos regantes e técnicos em geral. Com esta medida assegura-se que o sistema de rega está permanentemente em estado de funcionamento ideal, para a consequente optimização da eficiência de rega.	Automatização, adequação de gotejadores ao tipo de solo. Funcionamento em horas de menor eveaporação e de tarifa de baixo custo de energia eléctrica.	Dimensionamento gestão e manutenção exigente.	Estima-se até cerca de 20% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica (limpeza de filtros, revestimento artificial do solo, escolha de equipamentos). Auditorias. Incentivos económicos e finaceiros.	Boa viabilidade económica, tecnológica e funcional. Boa aceitabilidade pelos regantes se existirem ajudas financeiras.
72	***Substituição do equipamento de acordo com a textura do solo***	Melhoria das condições de funcionamento e aplicação de água de sistemas de rega localizada, reduzindo as perdas, por substituição do equipamento instalado quando inadequado. Destina-se aos proprietários dos sistemas de rega localizada em regadios de média e grande dimensão.	Economia de água pela redução de perdas e aumento da eficiência de rega	Irrelevantes. (c)	Estima-se até cerca de 30% de eficiência potencial de redução.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica (sessões e cursos breves). Auditorias. Incentivos económicos e finaceiros.	Exige análise prévia de custos e estudo técnico, obrigando a alterações e substituições. Boa viabilidade funcional. Boa aceitabilidade pelos regantes se existirem ajudas financeiras.
73	***Adequação da utilização da água na unidade industrial***	Alteração de hábitos dos utilizadores de água na unidade industrial, sem prejuízo na eficiência dos processos em que decorrem estas utilizações. Depende geralmente do grau de consciencialização e da vontade de cooperação do respectivo utilizador directo. Encerramento de fluxos de água do processo de fabrico em todos os momentos de paragem da produção. Manutenção periódica de sistemas de tranferência de calor, prevenindo a ineficiência do sistema e consumo excessivo de água. Realização de lavagens de instalações ajustada às necessidades. Interrupção do fluxo de água na lavagem quando necessário (ex. aplicação de detergentes). Utilização de mangueiras com dispositivos de controlo de caudal, permitindo corte rápido. Utilização de água para finas similares aos urbanos, ajustada às reais necessidades(instalações sanitárias, refeitórios e rega). Em cada unidade industrial devem ser identificadas as oportunidades de adequação da utilização de água e deve ser desenvolvida uma estratégia de sensibilização apropriada ao perfil dos respectivos utilizadores directos. Os beneficiários são os operadores industriais.	Redução dos consumos de água e da descarga de águas residuais industriais, bem como dos custos económicos e energéticos associados.	Irrelevantes. (d)	Estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial de redução. Poupança média anual de 25m^3 com frequência de 100 lavagens/ano.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica (acções de formação). Regulamentação técnica. Certificação ambiental de serviços e organismos. Ex: Designar um responsável pela coordenação do programa a implementar na unidade industrial. Motivar e orientar a participação de todos trabalhadores fabris. Apresentar resultados do programa e publicitar o sucesso, estimulando o desenvolvimento de programas noutras unidades fabris.	Viabilidade económica dependente da estratégia e tipo de situação, prevendo-se ser elevada. Boa viabilidade tecnológica e funcional. Estima-se uma redução de facturação de 50 Eur/100m^2 de pavimento a lavar. Aceitabilidade social média dependente da existência da eficácia de campanhas de sensibilização/formação promovidas na unidade industrial.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
75	***Redução de perdas de água na unidade industrial***	Detecção, localização e eliminação de perdas de água resultantes de fugas da rede de distribuição, ao nível das tubagens e das respectivas juntas, bem como dos diferentes dispositivos de utilização de água. Prevê-se a realização de inspecções periódicas preventivas ao estado da rede de abastecimento de água à unidade industrial. Os beneficiários são os operadores industriais.	Redução dos consumos de água, bem como dos custos económicos e enrgéticos associados.	Irrelevantes. (d)	Prevê-se potencial de poupança significativo, não sendo possível quantificar.	Sensibilização, informação, educação. Formação, apoio, documentação técnica (acções de formação e manuais para detectar, localizar e eliminar perdas). Regulamentação técnica. Auditorias. Certificação ambiental de serviços e organismos.	Elevada viabilidade económica, tecnológica e funcional. Mudança de rotina operacional. Boa aceitabilidade social.
79	***Recirculação de água no sistema de arrefecimento industrial***	Recirculação de água de sistemas de arrefecimento industrial (através da dopção de sistemas fechados ou semiabertos) permitindo uma racionalização de água sem prejuízo para a eficácia do sistema evitando, em simultâneo, a poluição térmica provocada pelas águas residuais geradas. Os beneficiários são os operadores industriais.	Redução dos consumos de água e da descarga de águas residuais industriais, bem como dos custos económicos e dos consumos energéticos associados.	Custos de adaptações a efectuar no sistema de arrefecimento industrial e dos respectivos custos posteriores de exploração e manutenção.	Estima-se até cerca de 95% de eficiência potencial de redução. À escala nacional a quantificação de valores é difícil de estimar.	Sensibilização, informação, educação (divulgação, demonstração). Documentação, formação, apoio técnico. Incentivos económicos e financeiros. Projectos de demonstração, podendo ser utilizados projectos experimentais estatais.	Elevada aceitabilidade social e funcional. Boa viabilidade funcional. Economicamente os benefícios são variáveis.
84	***Adequação de procedimentos na gestão de resíduos***	Alteração dos hábitos dos utilizadores, de modo a gerir adequadamente os resíduos produzidos na unidade industrial a fim de minimizar a necessidade de lavagem das instalações e o respectivo consumo de água para esse uso. Depende do grau de consciencialização e da vontade de cooperação do respectivo utilizador directo. Deposição de resíduos em recipientes adequados em substituição do seu arraste hidráulico, devendo ser disponibilizada, para cada local de produção de resíduos, uma quantidade adequada de recipientes próprios para a sua colecta imediata. Esvaziamento com a frequência necessária de todos os recipientes de colecta de resíduos, por forma a não gerarem problemas de odores, insectos, etc. Acondicionamento adequado dos resíduos a armazenar ou transportar, evitando o seu espalhamento (recorrendo a correias de acondicionamento durante o transporte e a telas para cobrir, durante o armazenamento e transporte, no caso de serem pulverulentos). Em cada unidade industrial devem ser identificadas as oportunidades de adequação de procedimentos de gestão de resíduos devendo ser desenvolvida uma estratégia de sensibilização apropriada ao perfil dos respectivos utilizadores directos. Os beneficiários são os operadores industriais.	Redução significativa dos consumos de água e da descarga de águas residuais industriais, bem como dos custos económicos e dos consumos energéticos associados. Diminuição do número de lavagens necessário das instalações e do volume de água utilizado por lavagem. Gestão adequada de resíduos industriais.	Irrelevantes. (c)	Estima-se até cerca de 75% de eficiência potencial de redução. Estima-se uma redução de 25 lavagens/ano, ou seja, 38 m^3/ano por cada 100m^2 de pavimento a limpar, em cada unidade industrial	Sensibilização, informação, educação (estratégias adequadas). Documentação, formação, apoio técnico.	Elevada viabilidade económica. Aceitabilidade social média dependente da eficácia de campanhas de sensibilização/formação promovidas na unidade industrial. Redução de facturação no total de 75 Eur (rede de abastecimento público) e 42 Eur (captação própria) por cada 100m^2 de pavimento por unidade industrial. Boa viabilidade funcional.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

Medidas prioritárias							
Ref.	Medida	Caracterização	Impactos		Potencial de redução	Implementação	Viabilidade
			Positivos	Negativos			
86	***Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão***	Lavagem de pavimentos das instalações ou de equipamentos do processo de fabrico industrial com jactos de água a maior pressão/menor caudal através da utilização de um equipamento específico para esse fim ou da colocação de dispositivos adequados nos bocais de mangueiras de lavagem. Permite a utilização de um menor volume de água para a lavagem das instalações sem haver perda, ou ganho, da eficácia nesse procedimento. a lavagem com maior pressão facilita o arraste hidráulico dos resíduos depositados na superfície a lavar, bem como a limpeza de pavimentos nas zonas de arestas, de calhas ou de outras zonas difíceis. Os beneficiários são os operadores industriais.	Redução dos consumos de água e da descarga de águas residuais industriais, bem como dos custos económicos e dos consumos energético associados sendo adicionalmente expectável um acréscimo da eficácia da limpeza.	Custos pouco significativos de aquisição, manutenção e reparação do equipamento ou dos dispositivos de utilização de água sob pressão. Consumo energético pouco relevante para o funcionamento do equipamento de lavagem sob pressão.	Estima-se até cerca de 50% de eficiência potencial de redução. Estima-se uma poupança anual de 25m^3 por cada 100m^2 de pavimento a limpar, em cada unidade industrial.	Sensibilização, informação, educação (divulgação). Documentação, formação, apoio técnico, implementando acções de formação e elaboração de manuais técnicos para selecção de equipamentos.	Elevada viabilidade tecnológica.Viabilidade funcional média. Redução de facturação no total de 50 Eur (rede de abastecimento público) e 28 Eur (captação própria) por cada 100m^2 de pavimento por unidade industrial. Investimento total de 500 Eur recuperável em 2 anos nos casos de áreas superiores a 500m^2 ou 900m^2 no abastecimento pela rede pública ou por captação própria respectivamente.

(a)-Prevêm-se impactos sócio-económicos significativos.
(b)-Impacto que pode ser relevante caso as perdas conduzam a uma redução de caudal significativo
(c) Ver informação da viabilidade
(d) Prevê-se resistência por parte da entidade gestora.

2.3. Medidas aplicáveis ao uso doméstico inseridas no P.N.U.E.A.

O P.N.U.E.A. estabelece um conjunto de medidas consoante o seu destino seja doméstico, agrícola ou industrial.

No que respeita ao uso doméstico e no contexto em que se insere o presente estudo, far-se-á referência às medidas essenciais de modo a reduzir o consumo de água no abastecimento do chuveiro e autoclismo.

Em particular, a medida 06 relativa à redução de pressões no sistema predial de abastecimento, sugere a instalação de válvulas redutoras de pressão com um manómetro associado para controlo de pressão, ou a regulação de grupos hidro-pneumáticos, caso estes existam. Esta medida pode ser aplicada quer pelos proprietários quer por empresas fornecedoras.

A variabilidade das situações não permite quantificar o potencial de poupança que se prevê ser significativo, particularmente, em áreas em que a pressão da rede pública seja claramente acima do necessário.

Na implementação desta medida pode ser considerado o mecanismo de sensibilização, informação e educação, nomeadamente através de brochuras ou incorporado num guia não especializado para operação e manutenção de sistemas prediais, destinado ao público em geral e aos profissionais na área de saneamento básico, em particular.

Deverá ainda ser considerada a documentação, formação e apoio técnico, nomeadamente através da inclusão dos aspectos relevantes em manuais técnicos especializados que venham a ser desenvolvidos.

Não se prevêem dificuldades tecnológicas e funcionais relevantes na sua implementação, apresentando benefícios ambientais sem existirem inconvenientes. Prevê-se também boa aceitabilidade social.

Outra medida relevante no âmbito deste estudo é designada por 08 e é relativa à reutilização ou uso de água de qualidade inferior, ou seja, utilização de água não proveniente da rede pública de abastecimento, sendo as origens potenciais mais comuns a reutilização de águas cinzentas (proveniente de banheiras, chuveiros, bidés ou lavatórios) ou aproveitamento de água da chuva.

Os usos onde se consideram mais viáveis estas origens alternativas são descargas de autoclismos, descargas de urinóis, lavagem de pátios, lavagem de carros e rega de jardins.

Em geral é necessário tratamento adequado (filtração e desinfecção) mais ou menos exigente consoante a qualidade de água e o uso a que se destina.

A aplicação desta medida, cujos potenciais beneficiários são os proprietários das habitações e inquilinos, requer regulamentação técnica adequada para evitar possíveis perigos para a saúde, a divulgação da tecnologia e a disponibilização no mercado nacional dos equipamentos adequados.

A variabilidade das situações não permite quantificar o potencial de poupança que se prevê significativo, à semelhança da medida anterior, particularmente em áreas em que a pressão da rede pública seja claramente acima do necessário.

Na implementação desta medida, dirigida aos responsáveis pelas instalações domésticas e gestores dos sistemas de abastecimento de água, pode ser considerado o mecanismo de sensibilização, informação e educação, nomeadamente através de um guia não especializado para divulgação das aplicações e tecnologia apropriada.

Deverá ainda ser considerada a documentação, formação e apoio técnico, nomeadamente através da elaboração de manual técnico especializado para utilização de água de qualidade inferior para usos não potáveis, dirigido essencialmente aos profissionais da área de saneamento básico.

Um mecanismo essencial para a implementação desta medida incluirá a normalização que consiste no desenvolvimento de normas portuguesas relativas a procedimentos e critérios a utilizar na reutilização ou uso de água de qualidade inferior em instalações prediais, incluindo as várias alternativas, como sejam água captada não tratada, águas cinzentas ou água pluvial, excluindo águas negras (águas com resíduos originários de sanitas e lava-louças).

A rotulagem de produtos deve ser obrigatória após um período de transição. Este mecanismo dirige-se aos fabricantes, distribuidores e comerciantes de equipamentos para este fim. A rotulagem deve incluir a informação necessária para a caracterização dos sistemas em termos do uso de água e de energia.

Será essencial a certificação, homologação e verificação, em conformidade com normas de produtos de iniciativa de fabricantes de equipamentos que existam ou venham a ser colocados no mercado com a finalidade de serem utilizados para a reutilização de água de habitação ou outras instalações.

A implementação de projectos de demonstração é um mecanismo com interesse que pode ser promovido voluntariamente pelos responsáveis por instalações domésticas, eventualmente em colaboração com os fornecedores de equipamentos.

O impacte, em termos económicos, pode ser significativo na redução dos consumos de água e de produção de águas residuais, reduzindo consequentemente os custos associados.

Em termos funcionais, esta medida não deve implicar grandes alterações para além da manutenção dos sistemas de tratamento e armazenamento e em termos ambientais tem impacte positivo, embora na reutilização da rega possam existir limitações resultantes da legislação em vigor.

No entanto, estes sistemas implicam um investimento inicial na instalação da rede de distribuição dupla e sistema de tratamento adequado à utilização da água. Existe já tecnologia disponível no mercado europeu e os custos de investimento e manutenção dependem significativamente do tipo de instalação e das condições locais.

De modo a evitar riscos para a saúde pública devem ser utilizados sistemas apropriados associados à reutilização de água. Poderá ainda assim, surgir alguma resistência por parte do consumidor em ter contacto com águas residuais, considerando-se uma aceitabilidade social média.

Na redução das perdas de água (medida 9) refira-se a importância de implementação de um programa de detecção, localização e eliminação de perdas resultantes de fugas, roturas e extravasamentos na rede predial, quer a nível de tubagens quer de juntas ou em dispositivos de utilização. Esta medida recorre a campanhas de educação e informação, acções de formação dos técnicos e manual técnico sobre operação e manutenção de redes de distribuição de água e execução de auditorias. Não acarreta dificuldades tecnológicas e funcionais relevantes de implementação, considerando-se benéfico e sem inconvenientes.

A aceitabilidade social é elevada.

Após estas referências a título introdutório, descrevem-se em seguida medidas a nível dos dispositivos em instalações residenciais, cujo objectivo é essencialmente promover o uso adequado da água pelos utilizadores, a generalização do uso de dispositivos e equipamentos eficientes e actuar na redução de perdas e desperdícios.

Segundo o P.N.U.E.A, tendo em conta a tecnologia disponível e a prática do bom uso de água sem desperdícios, pode ser determinada uma estrutura de consumos de referência, admitindo valores médios para frequência, duração e volumes médios para cada uso. Assim, o consumo de referência é o consumo expectável considerando um uso moderado da água na habitação, sem desperdícios significativos, utilizando tecnologia mais eficiente disponível no mercado em termos de uso de água, conducente a um bom nível de conforto e qualidade de vida.

A estrutura do consumo de referência apresenta-se na Figura 1:

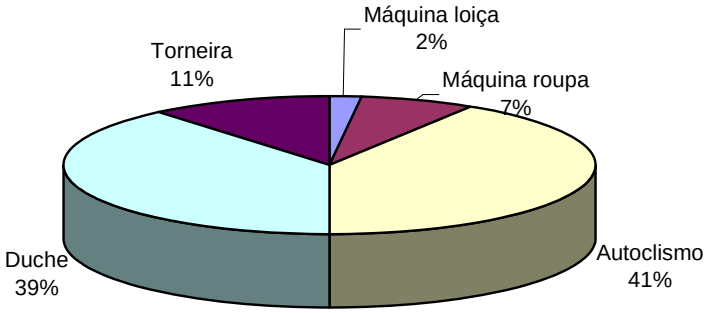


Figura 1 - Consumo de referência do P.N.U.E.A.

Esta estrutura de consumos de referência é utilizada como base para definir o cenário na avaliação de medidas.

2.3.1. Principais medidas para reduzir consumos de água no uso doméstico

2.3.1.1. *Autoclismos*

-Ajuste do autoclismo para o volume de descarga mínimo (quando aplicável);

-Uso de descarga de menor volume, ou interrupção da descarga, para usos que não necessitem da descarga total (urina por ex.);

-Colocação de lixo em balde apropriado a esse fim, evitando deitar lixo na bacia de sanita e a descarga associada;

-Redução do volume de armazenamento (colocando garrafas, pequenas barragens plásticas, etc.), evitando no entanto usar objectos que se deteriorem ou que impeçam o bom funcionamento dos mecanismos;

-Não efectuar descargas desnecessárias do autoclismo;

-Reutilização de água de outros usos para lavagem da bacia de sanita.

-Aquisição ou substituição de autoclismos, eventualmente associados a sanitas específicas, mais eficientes.

2.3.1.2. Outras considerações sobre autoclismos

Segundo o estudo do INE de 1999, 96% dos alojamentos em Portugal têm bacia de sanita e 62% dos fogos possuem 4 ou mais divisões, não fazendo referência ao número de alojamentos que possuem 2, 3 ou mais instalações sanitárias. De acordo com o Regulamento Geral de Edificações Urbanas (RGEU), fogos com dimensão superior a T3 deverão ter no mínimo 2 instalações sanitárias.

No entanto, embora exista um número significativo de fogos com mais de uma instalação sanitária, tal não implica que o consumo de água aumente por necessidade mas pode aumentar devido a perdas por fugas e desperdícios.

As descargas de autoclismos são, como já exposto anteriormente, um dos usos com grande peso no consumo doméstico, existindo também na maioria das instalações comerciais, industriais ou colectivas.

Representando o consumo dos autoclismos cerca de 40% do total do consumo doméstico estimado em 310 litros por fogo, quantificou-se que o consumo por habitante atribuído ao autoclismo é de 40 litros (124 litros por fogo considerando em média 3,1 pessoas por fogo e uma utilização média por pessoa de 4 descargas por dia). Assim, resulta que o consumo médio anual associado à utilização do autoclismo seja quantificado em 45 mil litros por fogo.

Os autoclismos tradicionais têm capacidades que podem variar entre os 7 litros e os 15 litros por descarga. A utilização de autoclismos com descargas duais de 6 litros e 3 litros tem a sua eficiência provada em diversos países. Sendo as descargas de autoclismo dos usos mais significativos na habitação, a utilização de autoclismos com descarga dual em vez dos tradicionais 10 litros ou mais levará a reduções significativas. Experiências em outros países mostram que a redução pode variar entre 20% a 50%.

A redução do volume de descarga do autoclismo é indicada como uma das medidas mais eficientes, sendo em muitos casos implementados programas de substituição alargada de autoclismos em que parte do custo é subsidiado. Considerando os efeitos a longo prazo, a conclusão é invariavelmente de economia para horizontes superiores a 5 anos.

Actualmente estão disponíveis aparelhos eficientes com volumes por descarga de 6 litros, com descarga mínima de 3 litros (sistema dual). Estes aparelhos funcionam de forma adequada, particularmente se associados a uma bacia de sanita também desenhada para maximizar a limpeza e arraste com esses volumes de água.

A descarga de maior volume deve ser associada apenas aos usos em que esteja presente matéria fecal. Cerca de 30% do número total de descargas com o autoclismo deverão ser maiores por envolverem a limpeza de matéria fecal e em cerca de 70% das descargas seria adequado proceder a uma descarga de menor volume, resultando numa poupança significativa relativamente a um dispositivo de volume de descarga fixo.

A redução do volume por descarga num autoclismo existente também pode ser obtida colocando um volume ou barreira no reservatório que reduza o volume de armazenamento activo. No entanto, esta redução não deve resultar na necessidade de proceder frequentemente a descarga dupla, o que obviamente anularia a vantagem inicial.

A redução do consumo associado ao autoclismo pode ser atingida das seguintes formas:

-Por alteração dos comportamentos de uso que induzam desperdícios;

-Em casas isoladas ou pequenos aglomerados, recorrendo a soluções específicas como sejam as bacias de sanita sem uso de água;

-Pode também ser feita a adaptação ou substituição do autoclismo convencional, eventualmente também da bacia de sanita, por outro com volume de descarga inferior, ou seja, utilizando autoclismos de baixo consumo (com descarga de volume reduzido, com descarga de dupla capacidade 6/3 litros ou com descarga controlada pelo utilizador).

As vantagens resultantes destas iniciativas são a redução dos consumos de água e da descarga de águas residuais e não ocorre nenhuma desvantagem relevante. Esta redução implica uma eficiência potencial de 60%.

Os mecanismos de implementação desta medida devem incidir a nível da procura, disponibilizando informação ao consumidor no local de compra, de forma clara e objectiva, de modo a que ele possa comparar os equipamentos alternativos e a nível da oferta, de forma indirecta, limitando as características dos produtos utilizados nas novas construções ou renovação das existentes.

Assumindo um investimento médio entre 100 e 175 Eur para substituir o conjunto autoclismo e bacia de sanita, dependendo do modelo e marca, a sua recuperação com poupança na facturação consegue-se num período de 2 a 3 anos.

Não existe dificuldade tecnológica na implementação de modelos eficientes, uma vez que já existem no mercado nacional modelos de baixo consumo. Não se prevêem dificuldades funcionais relevantes, visto que não há alterações sensíveis a nível de operação desses modelos novos.

Este aspecto facilita a aceitabilidade social a nível dos destinatários, podendo no entanto ficar condicionada pelo receio potencial do arrastamento dos materiais, que pode ser minimizado através da certificação, devendo este aspecto ser esclarecido na informação do fabricante, incluindo o uso de descarga reduzida.

Ambientalmente trata-se de uma medida benéfica, não apresentando inconvenientes.

Refira-se ainda a implementação de outra medida menos convencional, relativa à utilização de bacias de sanita sem uso de água, recorrendo à compostagem, incineração, por vácuo ou agentes químicos. No entanto, esta medida requer que os utilizadores efectuem manutenção regular adequada e periódica, exige energia adicional e ocupa bastante espaço. A recuperação do investimento é muito mais lenta (acima de 14 anos).

Estas medidas podem ser implementadas através da sensibilização, informação e educação, documentação, formação e apoio técnico.

Eventuais incentivos económicos e financeiros podem ser criados para os fabricantes investirem em termos de inovação e desenvolvimento de dispositivos eficientes, criação de linha de produtos económicos e respectiva certificação de produtos.

Poderão também ser criados incentivos fiscais na substituição de dispositivos por outros mais eficientes em instalações domésticas colectivas, comerciais e industriais, preferencialmente certificados.

Complementarmente deverá ser implementada a regulamentação técnica de modo a estabelecer a obrigatoriedade de uso de dispositivos eficientes em novas construções ou reabilitação de estruturas existentes através da definição de volumes máximos e criação de legislação estabelecida por acordo com a indústria do sector, que impeça, num prazo tão breve quanto possível, a comercialização de produtos não eficientes e não certificados. A regulamentação deve envolver as entidades gestoras e dirige-se particularmente aos fabricantes de dispositivos e aos profissionais de áreas afins.

Por outro lado, a normalização, no que respeita ao desenvolvimento ou à actualização de normas portuguesas relativas às características dos equipamentos eficientes e de testes padrão para a sua avaliação, garantirão o seu bom funcionamento e consumos de água baixos.

A normalização dirige-se particularmente aos fabricantes de dispositivos e aos profissionais de áreas afins.

A rotulagem de produtos no local de compra deve ser obrigatória após um período de transição e deverá incluir a informação necessária ao consumidor sobre as características de consumo de água do equipamento, de forma clara e objectiva, de modo a que ele possa comparar os equipamentos alternativos. A respectiva certificação dos produtos por organismo competente pode complementar um sistema de rotulagem.

Este mecanismo destina-se a fabricantes, distribuidores e comerciantes. Será essencial a implementação de certificação, homologação e verificação em conformidade com normas de produtos que existam ou venham a ser colocados no mercado com a finalidade de serem eficientes em termos de uso de água.

Deverá ainda ser feita a inclusão nos mecanismos de certificação já existentes da componente de consumo de água, por exemplo através do estabelecimento de acordos com as associações de industriais de modo a que sejam incentivadas a utilizar estes sistemas de certificação, os quais devem ser implementados de forma concertada com alterações regulamentares. A iniciativa deve ser dos fabricantes de dispositivos.

A responsabilidade da implementação é essencialmente da tutela do ambiente, economia e finanças, sugerindo-se o envolvimento de entidades gestoras e das associações de utilizadores e outras áreas afins.

2.3.1.3. *Chuveiros*

No que respeita a chuveiros salientam-se as seguintes medidas:

-Utilização preferencial do duche em alternativa ao banho de imersão;

-Utilização de duches curtos, com um período de água corrente não superior a 5 minutos;

-Fecho da água do duche durante o período de ensaboamento;

-Em caso de opção pelo banho de imersão, utilização de apenas 1/3 do nível máximo da banheira;

-Recolha da água fria corrente até chegar a água quente à torneira, para posterior rega de plantas ou lavagens na habitação (em situação de escassez);

-Utilização de recipiente para certos usos (lavagem de vegetais, de mãos, etc.) e reutilização no autoclismo ou na rega consoante o apropriado;

- Substituição e ou adopção de um modelo de chuveiro com menor caudal, se necessário (ou utilização de banho com balde e esponja – medida pouco convencional e difícil de implementar pois acarreta pouca aceitabilidade social e mudança de comportamento);

-Utilização de torneiras misturadoras, com monocomando ou termoestáticas, que permitem também diminuir o consumo por utilização, já que permitem a redução do desperdício até a água ter a temperatura desejada (por eliminação do tempo de regulação da temperatura e facilidade de abertura e fecho);

-Adaptação de dispositivos convencionais através da instalação de arejador, de redutor de pressão (anilha ou válvula) ou de válvula de seccionamento.

Estas medidas podem ser implementadas através da sensibilização, informação e educação, documentação, formação e apoio técnico, incluindo acções de formação em redes interiores de instalações colectivas e manuais técnicos especializados que venham a ser desenvolvidos dirigidos a profissionais na área de saneamento básico, em particular a técnicos responsáveis pela gestão, manutenção e uso eficiente da água em instalações colectivas.

A implementação destas medidas não implica tecnologia nem se prevêem dificuldades funcionais. Apresenta benefícios ambientais a nível da redução de volumes de água e águas residuais e redução de consumo de energia sem inconvenientes. Estima-se uma aceitabilidade social média.

2.3.1.4. Outras considerações sobre chuveiros

A maioria dos fogos portugueses possui pelo menos um chuveiro ou uma banheira.

Os banhos e duches são usos bastantes significativos na habitação, representando cerca de 39% do consumo médio diário, existindo um potencial de poupança significativo para medidas que reduzam o volume gasto em cada utilização, sem ser sacrificado o conforto do utilizador.

Os principais factores que influenciam o consumo associado ao duche são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches por dia do agregado familiar.

Em países como EUA e Austrália estabelece-se que os chuveiros comercializados para serem eficientes têm caudal igual ou inferior a 9,5 litros por minuto.

A adopção de um critério semelhante em Portugal pode entrar em conflito com o disposto no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGAAR,1998).

Este Regulamento estabelece para dimensionamento de redes prediais, um caudal mínimo para os chuveiros de 0,15 litros por segundo (9 litros por minuto) (Art.º 90). Refere ainda 30 litros por minuto como caudal de descarga para um chuveiro, para dimensionamento da rede interior de águas residuais.

Embora não se estabeleça nenhuma obrigatoriedade de instalação de determinado tipo de dispositivos, o dimensionamento com caudais muito superiores pode resultar num menor desempenho se forem instalados dispositivos de baixo consumo.

O caudal do chuveiro depende da pressão da água à chegada ao dispositivo e do equipamento utilizado para aquecer a água (esquentador, termoacumulador ou caldeira mural).

O caudal de água quente é frequentemente inferior ao de água fria, para o mesmo grau de abertura da torneira, devido a limitação do débito do sistema de aquecimento de água.

Assim, é necessário considerar a compatibilidade entre um chuveiro de baixo consumo e o sistema de aquecimento da água, que deve funcionar mesmo para caudais baixos, sob pena de ser afectado o desempenho do sistema e o conforto do utilizador.

Para avaliar o caudal do chuveiro existente numa habitação basta efectuar um teste simples em que se enche um recipiente de volume conhecido (por exemplo um balde de 10 litros) e se mede o tempo de enchimento. Se o caudal for menor ou igual a 10 litros por minuto, trata-se de um dispositivo eficiente. Se o caudal for superior a 10 litros por minuto, a substituição do chuveiro por um modelo mais eficiente permite poupar água no uso associado a este dispositivo.

A duração dos duches e o número de duches está associado com aspectos comportamentais, pelo que são considerados na adequação do uso.

Os custos de aquisição de um chuveiro são bastante variáveis, sendo comum encontrar produtos com custo entre 10 e 300 Eur. Infelizmente, em geral, não é dada informação ao consumidor relativa ao caudal do chuveiro.

2.3.1.5. *Torneiras (lavatório, bidé, banheira e lava-louça)*

As medidas relativas às torneiras são as seguintes:

- Minimização da utilização de água corrente para lavar ou descongelar alimentos (com utilização alternativa de alguidar), para lavagem de louça ou roupa (com alguidar), para escovar os dentes (com uso de copo ou fechando a torneira durante a escovagem), para fazer a barba (com água no lavatório ou com utilização alternativa de máquina eléctrica) ou lavar as mãos;

-Verificação do fecho correcto das torneiras após o uso, não as deixando a pingar;

-Utilização da menor quantidade de água possível para cozinhar os alimentos, usando alternativamente vapor, microondas ou panela de pressão (poupando água, vitaminas e melhorando o sabor);

-Utilização de alguma água de lavagens, enxaguamento de roupa ou louça ou de duches (com pouco detergente) para outros usos, como sejam lavagens na casa e, por períodos limitados, em rega de plantas (também para encher autoclismos, desligando previamente as torneiras);

-Utilização da água de cozer vegetais para confeccionar sopas ou para cozer outros vegetais (no frigorífico dura vários dias);

-Sempre que necessária a substituição de uma torneira, optar por um modelo com menor caudal;

-A utilização de dispositivos mais eficientes permite diminuir o consumo; entre os diferentes mecanismos existentes destacam-se as torneiras com maior ângulo de abertura do manípulo, com redutor de caudal, com dispositivo arejador, com dispositivo pulverizador, com fecho automático ou torneiras com comando electrónico;

-Recurso a torneiras misturadoras, monocomando ou termoestáticas;

-Adaptação de dispositivos convencionais através da instalação de arejador ou de redutor de pressão (anilha ou válvula).

2.3.1.6. Outras considerações sobre torneiras (lavatório, bidé, banheira e lava-louça)

As torneiras são o dispositivo mais comum, quer na habitação quer em instalações colectivas. Numa habitação comum existem no mínimo 3 a 5 torneiras distribuídas pela cozinha e casas de banho. A frequência de uso, de difícil quantificação e com grande variação temporal e espacial, é bastante elevada. Esta variação também se verifica em termos de duração da utilização, que pode variar entre poucos segundos até vários minutos, sendo que com o aumento da fiabilidade dos sistemas de distribuição de água se tem verificado uma alteração gradual dos hábitos de utilização no sentido de aumentar o tempo em que as torneiras estão abertas.

Os principais factores que influenciam o consumo associado às torneiras são o caudal, a duração da utilização e o número de utilizações por dia do agregado familiar. Adicionalmente podem-se distinguir dois tipos de uso: água corrente (duração total ou parcial do uso) e enchimento/esvaziamento de volume de bacia.

Estudos efectuados em Inglaterra numa zona tipicamente residencial, mostram uma utilização média de 2 e 4 usos por habitante por dia para o lavatório da cozinha e o da casa de banho, respectivamente. Esta frequência e duração da utilização estão associados a aspectos comportamentais, pelo que são considerados na adequação do uso.

Os custos de aquisição de torneiras são bastante variáveis, sendo comum encontrar produtos com custo entre 15 e 150 Eur. Infelizmente, em geral, não é dada informação ao consumidor relativamente ao caudal da torneira.

2.3.1.7. Referência a outras medidas de menor eficiência no uso doméstico

2.3.1.7.1. Máquinas de lavar roupa

-Consulta das instruções do equipamento, particularmente no que se refere às recomendações relativas aos consumos de água, energia e detergente;

-Utilização da máquina apenas com carga completa;

-Não utilização de programas com ciclos desnecessários (exemplo, pré-lavagem);

-Selecção dos programas conducentes a menor consumo de água;

-Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o nível de água mínimo, se possuir regulador para esse fim;

-Substituição de máquinas de lavar roupa no fim de vida por outras mais eficientes em termos de uso de água e energia e com maior flexibilidade para adaptação dos programas à necessidades de lavagem.

2.3.1.7.2. Outras considerações sobre máquinas de lavar roupa

As máquinas de lavar roupa doméstica são hoje em dia equipamentos de utilização generalizada, estimando-se, de acordo com as estatísticas disponíveis, que cerca de 80% de um total de cerca de 5.000.000 de fogos existentes em Portugal possuem este equipamento.

As máquinas de lavar domésticas têm tido uma evolução rápida em termos de redução dos consumos na lavagem. Os modelos de máquina de lavar actualmente em uso têm consumos de água muito variáveis, entre 35 e 220 litros por lavagem, podendo admitir-se um valor médio de 90 litros por lavagem em geral, para uma capacidade de carga de 5 kg de roupa de algodão.

Estes equipamentos têm em geral uma vida útil entre 8 e 16 anos, dependendo nomeadamente da sua qualidade e da frequência de utilização.

Diversos factores influenciam o volume utilizado em cada lavagem, como sejam as características da máquina de lavar (tipo, idade e programas disponíveis), a carga de roupa colocada em cada lavagem e o tipo e a quantidade de detergente utilizado. Relativamente a este último aspecto, a utilização inadequada de detergente pode levar ao aumento do consumo na lavagem devido à formação excessiva de espuma.

Tendo em conta estes factores, a utilização mais eficiente das máquinas de lavar roupa em termos de consumo de água pode ser conseguida através da utilização de modelos com menor consumo ou alterando os procedimentos do utilizador, nomeadamente na selecção de programa, carga e detergente em cada lavagem.

2.3.1.7.3. Máquinas de lavar louça

Referem-se ainda as seguintes medidas de menor eficiência:

-Cumprimento das instruções do equipamento, particularmente no que refere às recomendações relativas aos consumos de água, energia e aditivos (detergente, sal e abrilhantador);

-Utilização da capacidade total de carga sempre que possível;

-Minimização do enxaguamento da louça antes de a colocar na máquina;

-Não utilização de programas com ciclos desnecessários (por exemplo, enxaguamento);

-Selecção de programas conducentes a menor consumo de água;

-Regulação da máquina para a carga a utilizar e para o mínimo nível de água, se possuir regulador para esse fim;

-Lavagem de louça na máquina em vez de a lavar à mão;

-Limpeza regular dos filtros e remoção de depósitos;

-Substituição de máquinas de lavar louça no fim de vida por outras mais eficientes em termos de uso de água e energia e com maior flexibilidade para adaptação dos programas à necessidades de lavagem.

2.3.1.7.4. Outras considerações sobre máquinas de lavar louça

As máquinas de lavar louça doméstica não são ainda muito comuns nos lares portugueses, estimando-se, de acordo com as estatísticas disponíveis, que pouco mais de 16% dos lares tenham este equipamento (dados do Instituto Nacional de Estatística publicados em 1999).

No entanto, é expectável que este número aumente com a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Os modelos domésticos de máquinas de lavar louça actualmente em uso têm consumos de água entre 12 e 36 litros por lavagem em modelos com capacidade para serviços de louça para oito pessoas, e entre 12 e 54 litros por lavagem para modelos com capacidade para serviços de doze pessoas, podendo admitir-se um valor médio de 22 litros por lavagem em geral, para este último caso.

Diversos factores influenciam o volume utilizado em cada lavagem, como sejam as características da máquina de lavar (tipo, idade e programas disponíveis), a carga de louça colocada em cada lavagem e o tipo e a quantidade de detergente utilizado. Relativamente a este último aspecto, a utilização inadequada de detergente pode levar ao aumento do consumo na lavagem devido à formação excessiva de espuma.

Tendo em conta estes factores, a utilização mais eficiente das máquinas de lavar louça, em termos de consumo de água, pode ser conseguida através da utilização de modelos com menor consumo ou adequando os procedimentos do utilizador, nomeadamente na selecção de programa, carga e detergente em cada lavagem.

2.3.2. Medidas institucionais previstas no P.N.U.E.A. em caso de seca/escassez

A nível do uso urbano, de carácter institucional

-Redução de pressões no sistema público de abastecimento;

-Utilização de sistema tarifário adequado;

-Redução de pressões no sistema predial de abastecimento;

-Adequação da utilização de urinóis;

-Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento na lavagem de pavimentos e veículos;

-Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos;

-Utilização de limpeza a seco de pavimentos;

-Adequação de procedimentos na lavagem de veículos;

-Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em jardins e similares;

-Adequação da gestão da rega em jardins e similares;

-Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em piscinas, lagos e espelhos de água;

-Adequação de procedimentos em piscinas;

-Proibição de utilização de água do sistema público de abastecimento em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio;

-Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio;

2.4. Outras medidas na implementação de sistemas alternativos de reutilização de água

1. Estabelecer meios de reutilização de água como guia para o Governo, Indústria, Comércio e Uso Doméstico;
2. Estabelecer procedimentos mínimos obrigatórios para aprovação de instalação de sistemas de reutilização de água cinzenta;
3. Garantir a segurança da comunidade, evitando a transmissão de doenças. A saúde pública ficará ameaçada se existir o uso impróprio de reutilização;
4. Assegurar que as instalações reúnem condições satisfatórias não prejudicando de forma alguma o meio ambiente – Criando uma licença de utilização renovável;
5. Implementar sistemas de «águas cinzentas», obrigatórios para todas as novas construções e remodelações – sistema de grande simplicidade e eficácia que permita que um circuito leve as águas já usadas em lavatórios e banheiras para os autoclismos.

2.5. O preço da água

Neste capítulo pretende-se analisar o preço da água, de modo a poder quantificar as vantagens económicas da implementação de sistemas que permitam a reutilização.

Com base em facturas fornecidas por cinco famílias de diferentes regiões, compararam-se os diversos parâmetros intervenientes na facturação para uma habitação no Porto (caso 1), uma em Vila Nova de Gaia (caso 2), uma em Lourosa (Santa Maria da Feira) (caso 3), uma em Guimarães (caso 4) e uma em Gondomar (caso 5). Exceptuando o caso 1, cujo agregado diz respeito a uma pessoa, os restantes incluem mais de 3 pessoas por habitação.

Os parâmetros variáveis que constam das facturas incluem coeficientes consoante os escalões de consumos de água medidos em m^3, quer para abastecimento quer para saneamento ou ainda para resíduos sólidos. A todos estes parâmetros são atribuídas também tarifas fixas de utilização.

O gráfico que se segue compara os diferentes coeficientes de abastecimento de água para cada escalão de consumo consoante as localidades, para os cinco casos de facturação referidos.

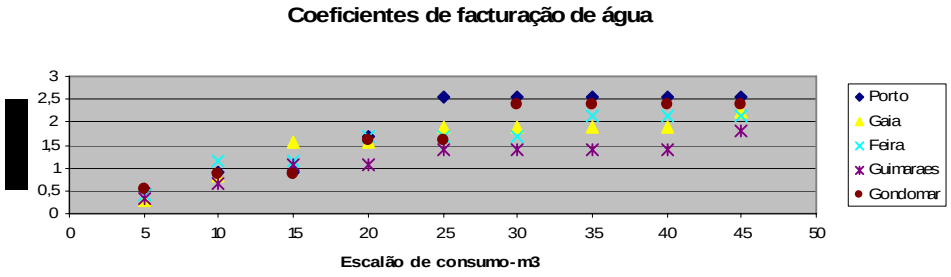


Figura 2 – Coeficientes de facturação da água

Do gráfico facilmente se conclui que os coeficientes são tanto mais gravosos quanto maior é o escalão de consumo, tendendo a estabilizar a partir de consumos superiores a 25 ou 30 m^3 mensais.

De igual modo se obtêm os seguintes valores para os coeficientes de saneamento, os quais são significativamente inferiores aos apresentados para o abastecimento.

Algumas regiões atribuem coeficientes de saneamento constantes, independentemente do consumo; é o exemplo de Vila Nova de Gaia com 26%. Noutros casos, por exemplo o Porto, o coeficiente aumenta à medida que o escalão de consumo de água aumenta.

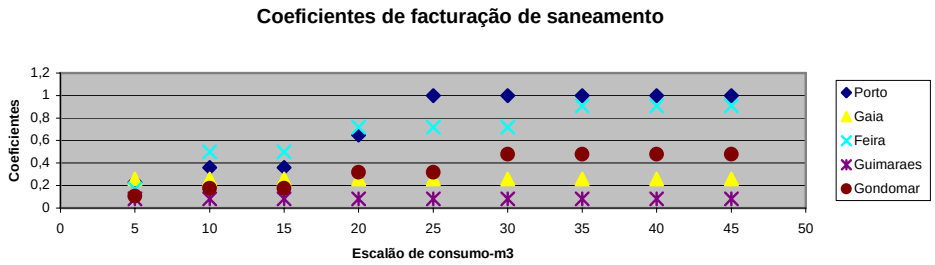


Figura 3 – Coeficientes de facturação de saneamento

Os coeficientes para os resíduos sólidos são, de um modo geral, constantes, qualquer que seja o consumo e aproximadamente igual a 27% do total consumido, com excepção de Vila Nova de Gaia, onde este coeficiente é tanto mais gravoso quanto maior for o consumo, variando num intervalo de 5% a 35% e em Lourosa (S.M. Feira) onde este parâmetro é nulo.

De uma forma geral, distinguem-se as diferentes parcelas contabilizados nas facturas do seguinte modo:

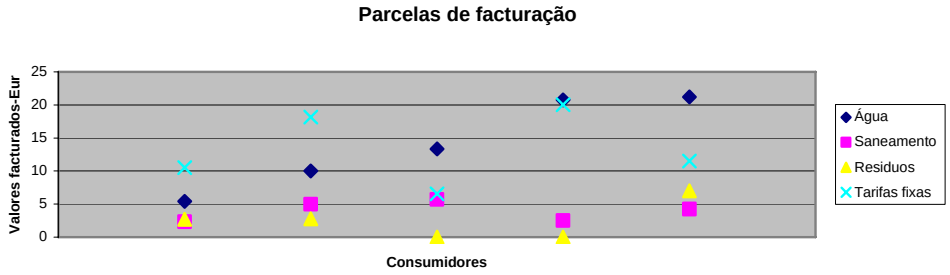


Figura 4 – Parâmetros de facturação

Da análise do valor de facturação global das cinco habitações em estudo, verifica-se uma grande heterogeneidade no peso relativo dos diferentes parâmetros que constam das respectivas facturas.

Está ainda referenciado um outro parâmetro que diz respeito às tarifas fixas de utilização de cada um dos três parâmetros referidos, incluindo aluguer de contadores, taxas de saneamento, recolha de lixos, etc. Esta parcela está compreendida entre 15% e 50% do valor total da facturação.

Em dois casos, o peso das tarifas fixas ultrapassa claramente os valores relativos ao consumo absoluto de água. No entanto e uma vez que estes valores são fixos, qualquer que seja o consumo, não serão considerados nesta fase.

Os valores que se seguem referem-se a estimativas de consumos – l/habitante/dia, baseadas na facturação bimensal ou mensal apresentada, contabilizando os intervenientes ou número de indivíduos do agregado familiar para cada caso, obtendo-se:

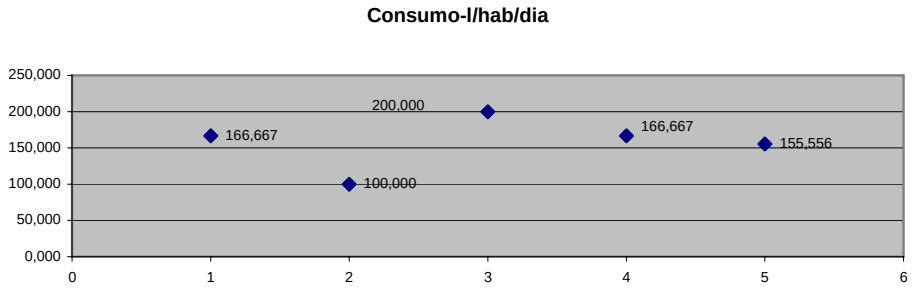


Figura 5 – Consumos

Os consumos daqui extraídos variam entre 100 l/hab/dia (habitação em Vila Nova de Gaia) e 200 l/hab/dia (habitação em Lourosa). Estes valores estão em consonância com a média estimada no capítulo 2.6. Por outro lado, no Art. 13 do Dec-Lei n.º 23/95, é definida uma capitação de 175 l/hab/dia para localidades acima de 50.000 habitantes.

De igual forma se obtêm os preços de água por m^3, baseados no valor da facturação,

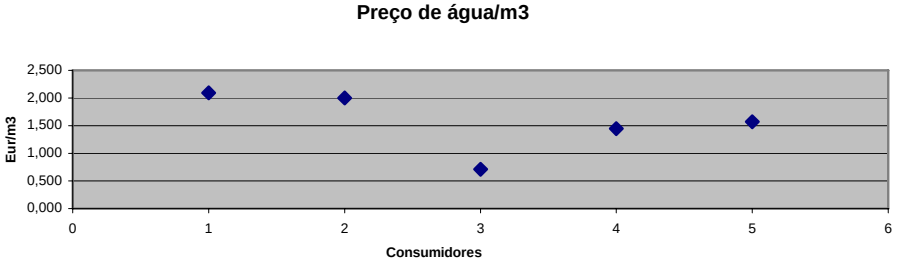


Figura 6 – Preço da água

Os intervalos variam entre 0,7 Eur/m^3 (caso de Lourosa) a 2,1 Eur/m^3 (caso do Porto).

Todos estes valores não incluem IVA.

Por outro lado, é relevante salientar que no caso em que o agregado familiar tem número igual ou superior a 4 elementos, o consumo de água ultrapassa em regra 20 m^3 por mês (167 l/hab/dia).

Para este escalão o preço da água no Porto resultará em cerca de 3,8 Eur/m^3, sem IVA, atribuindo-se os factores 2,56; 1,0 e 0,270 para abastecimento de água, saneamento e resíduos sólidos respectivamente, de acordo com a análise dos tarifários do Porto para 2006.

Considera-se desprezável o contributo relativo às tarifas fixas uma vez que acima daquele escalão a respectiva percentagem por m^3 será significativamente diluída (inferior a 10%). Incluindo o valor do IVA correspondente a 5% e os mesmos referidos factores, o preço da água acima do escalão de 20 m^3 será de 4,02 Eur/m^3, calculado do seguinte modo:

Preço de água (consumo > 20 m^3) = 1,05 x (2,56+1+0,27) = 4,02 Eur/m^3.

Considerando as tarifas fixas, o preço da água ascende a 4,57 Eur/m^3.

Em comparação com as outras localidades, verifica-se que é no Porto que o preço da água por m^3 é mais elevado, seguindo-se a município de Vila Nova de Gaia. No entanto, acima do escalão de 20 m^3 mensais, o preço da água será sempre acima de 2 Eur/m^3.

Outro concelho, Gondomar, atinge um valor de 3,27 Eur/m^3 para escalões de consumo acima de 20 m^3, incluindo IVA.

Por curiosidade e em comparação com o anterior tarifário do Porto de 2005, o preço da água acima do referido escalão de 20 m^3 conduzia a um valor de 3,75 Eur/m^3+IVA, calculado de forma análoga:

Preço de água (consumo > 20 m^3) = 1.05 x (2,50+0,98+0,27) = 3,94 Eur/m^3

Face ao demonstrado, o preço de água para ao nível do consumidor aumentou cerca de 2% relativamente ao ano anterior para consumos elevados, acima de 20 m^3 de água.

Considera-se assim perfeitamente razoável, o estudo de uma solução alternativa de reutilização de água que permita evitar o seu pagamento a preços tão elevados.

Um sistema de aproveitamento de água do duche poderá ser enquadrável, considerando que o investimento financeiro seja amortizável a curto prazo, podendo reduzir significativamente os consumos de água potável.

2.6. Perspectivas para um uso mais eficiente de água em habitações

2.6.1. Introdução

Apresenta-se em seguida uma reflexão de Neves, M. (2003) sobre as perspectivas para um uso mais eficiente da água no ciclo urbano, o qual tem especial interesse para o desenvolvimento do presente trabalho.

A sociedade começa a compreender a necessidade imperiosa de um uso mais eficiente da água, pelo que não admira que revistas viradas para o grande público, como a Proteste (2003), por exemplo, já publiquem interessantes artigos sobre o assunto. O autor e seus colaboradores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto vêm desde há algum tempo estudando esta matéria, sentindo-se que como ponto de partida para outras análises, haveria que reduzir a escrito as conclusões a que se chegou em termos de consumos actuais, e de valores que poderão ser alcançados com equipamentos mais eficientes, facilmente incorporáveis nas novas construções.

O que se segue (Capítulos 2.6.2. a 2.6.4.) traduz justamente essas conclusões, algumas baseadas em experimentação directa, outras numa análise de publicações da especialidade, como o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água.

2.6.2 Situação Actual

Fazendo uma síntese de várias fontes de informação estima-se que, actualmente, o consumo de água por cada habitante se reparta da seguinte forma:

Sanitas – 60 l/hab/dia (dos quais apenas 45 l/hab/dia na habitação, conforme se justifica mais adiante)

Banhos – 40 l/hab/dia

Lavagem de roupa – 16 l/hab/dia

Lavagem de louça – 8 l/hab/dia

Limpezas – 6 l/hab/dia

Outros – 6 l/hab/dia

Isto perfaz 136 l/hab/dia, dos quais apenas 121 l/hab/dia serão gastos em casa.

Procurou-se comparar esta estimativa com os gastos reais medidos em casa do autor: a média dos consumos num período situado em 2001/2003 foi de 181 l/hab/dia.

A discrepância poderá ser justificada, em parte, pelo facto de se tratar de uma moradia, o que acarreta consumos acima da média.

2.6.3 Perspectivas para um uso mais eficiente

A desejada redução de consumos pode ser alcançada quer por alteração dos hábitos quer pela utilização de equipamentos mais eficientes. Nos tempos que correm, a segunda vertente parece mais promissora e está na base das projecções que se seguem, isto é, não se teve em conta a possibilidade de reduzir os consumos por modificação dos hábitos. Quer isto dizer que haverá ainda margem para uma redução mais acentuada.

2.6.3.1. Consumo em limpeza de sanitas

Hoje em dia já estão bastante divulgados os autoclismos de dupla opção, ou duais, que geralmente permitem escolher entre uma descarga de 6 litros ou uma outra de 3 litros.

Em termos de frequência de utilização, uma investigação efectuada no Porto com 4 pessoas conduziu aos seguintes resultados:

- utilização de 1,5 vezes por dia após defecação;

- 6 vezes por dia após micção.

Com autoclismos duais isto corresponde a um consumo de 1,5×6+6×3=27 l/hab/dia.

Para alguns efeitos interessará o consumo dentro das habitações, pelo que se deverá ter em conta que a maioria das pessoas trabalha fora de casa. Em relação a estas, estima-se que os consumos em casa sejam os seguintes:

- 1 vez por dia após defecação;

- 4 vezes por dia após micção.

Admitindo ser este o caso de 75% das pessoas, as estimativas para uma média ponderada do consumo em casa são:

6 litros x (0,75x1+0,25x1,5) + 3 litros x (0,75x4+0,25x6) = 20 litros

Com autoclismos duais estima-se um consumo de 20 l/hab/dia dentro de casa e 7 l/hab/dia fora de casa.

2.6.3.2. Consumos em banhos

A simples mudança para chuveiros de menor consumo poderá reduzir substancialmente os gastos nos duches.

Experiências realizadas no Porto com uma área de descarga razoável na zona dos orifícios (50 orifícios) e orifícios bastante finos, mostraram que é perfeitamente possível reduzir o caudal de chuveiro para 2 l/min e considerar uma duração de 4 minutos, o que dá um volume de 8 litros por duche, com a água permanentemente aberta (foi este, efectivamente, o volume que se mediu por represamento na banheira).

No entanto, os gastos diferem de pessoa para pessoa, pelo que em média, se poderá considerar um consumo substancialmente maior, digamos 18 l/hab/dia.

2.6.3.3. Consumo para lavagem da roupa

Actualmente já são correntes as máquinas de lavar roupa com um consumo da ordem dos 60 litros por lavagem, com carga completa. Quanto ao número de lavagens, estima-se que possa ser da ordem de 0,7 por dia numa família de 4 pessoas e 0,5 por dia em famílias menores, o que corresponde a consumos "per capita" de 12 l/hab/dia, sensivelmente.

2.6.3.4. Consumo para lavagem de louça

Para lavagem de louça considera-se uma frequência média de 0,9 vezes por dia em casas de 4 pessoas e 0,7 para famílias menores. Uma vez que o consumo da máquina é da ordem dos 15 litros por lavagem, chega-se a um valor de cerca de 4 l/hab/dia.

2.6.3.5. Consumo em limpezas e outras actividades

Relativamente a estes consumos estima-se que, com equipamento mais eficiente, possam ser reduzidas para valores da ordem dos 60% dos actuais, o que perfaz cerca de 4 l/hab/dia para cada uma destas rubricas.

2.6.4. Quadro - resumo

O Quadro1 mostra um resumo da análise efectuada, bem como uma estimativa dos consumos numa casa de 4 pessoas. Algumas pequenas diferenças ficam a dever-se a arredondamentos.

Quadro 1 – Estimativa dos consumos actuais, e potenciais, na região do Porto

Tipo de consumo	Consumo actual, 2003	Consumo com equipamentos mais eficientes	
	Por pessoa (l/hab/dia)	Por pessoa (l/hab/dia)	Habitação com 4 pessoas (litros/dia)
Sanitas			
- casa	45	20	80
- total	60	27	
Água quente	40	18	72
Máq. roupa	16	12	42
Máq. louça	8	4	14
Limpezas	6	4	16
Outras	6	4	16
Totais:			
Consumo em casa	121	62	240
Consumo diário	136	69	

Capítulo III

Possibilidades de poupança da água nas instalações da F.E.U.P.

3.1. Introdução

Apresenta-se neste capítulo uma descrição das infra-estruturas hidráulicas nas instalações da F.E.U.P.

Com base nos elementos do projecto, nomeadamente das peças desenhadas e do esquema relativo à concepção geral do sistema e ao seu dimensionamento, analisaram-se as redes de abastecimento de água, extinção de incêndio, rega, drenagem de águas pluviais e residuais relativas às instalações da F.E.U.P. cujo acesso é efectuado pela Rua Roberto Frias.

O empreendimento é constituído por vários blocos: Bloco de Administração Central, Aulas Práticas, Biblioteca, Centro de Cálculo, Departamento de Química, Metalurgia e Minas, Civil Norte, Civil Sul, Electrotecnia Norte, Electrotecnia Sul, Mecânica Norte, Mecânica Sul/Gestão Industrial.

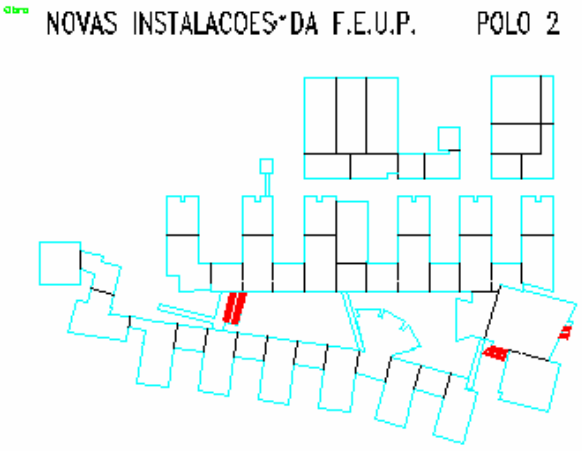


Figura 7 - Novas instalações da F.E.U.P.

3.2. Esquema geral

3.2.1. Abastecimento de água para uso doméstico

O abastecimento de água para uso doméstico é efectuado a partir da rede pública. No entanto, dada a elevada sobrecarga da rede, foi prevista a construção de uma cisterna localizada no corpo E do Departamento de Química com uma capacidade de 136 m^3, constituída por 4 compartimentos com 34 m^3 cada, permitindo a respectiva limpeza, desinfecção, manutenção e/ou reparação, sem impedir o contínuo abastecimento da rede. A jusante da cisterna (Figura 8), 4 grupos elevatórios (CR32 Grundfos) permitem distribuir o volume de água necessário a todos os dispositivos de utilização; casas de banho, laboratórios e bares.

Figura 8 – Cisterna do Corpo E

A optimização do rendimento foi tomada em conta recorrendo a um reservatório com 1 m^3 localizado no piso 0 da biblioteca (Edifício C) e que é responsável, por intermédio de um grupo elevatório, pela alimentação do 4º piso e pisos superiores deste edifício (bloco mais elevado de todo o empreendimento) (Figura 9).

Figura 9 – Reservatório 1 m^3

A montante da cisterna de abastecimento geral localiza-se um contador totalizador, existindo ainda uma válvula selada pelos SMAS e um passador a jusante para corte geral do sistema de distribuição (Figura 10).

Figura 10 – Contador totalizador

A alimentação é, de um modo geral, do tipo vertical ascendente e permite abastecer uma população de 7 500 pessoas, aproximadamente.

A cisterna, executada em betão armado, possui fácil acesso e garante perfeita estanqueidade. A ventilação é garantida por uma abertura entre o nível máximo da água e a tampa em chapa, protegida por uma rede, de modo a impedir a entrada de objectos estranhos.

Cada compartimento recebe água de forma independente, possuindo cada célula esgoto de superfície e de fundo.

A instalação de um interruptor de flutuador permite que quando atingido determinado nível, seja emitido um sinal acústico e óptico de aviso.

A descarga de superfície, que pode ocorrer em situações de avaria da válvula do flutuador do reservatório, e a descarga de fundo para efeitos de limpeza são feitas por gravidade para a rede de águas pluviais.

3.2.2. Abastecimento de água para uso laboratorial e extinção de incêndios

Existem também captações locais que conduzem a água a cisternas que alimentam sistemas de incêndio e de laboratórios localizados no corpo H do edifício de Engenharia Civil.

O volume da cisterna para abastecimento da rede de incêndio e uso laboratorial é de 245 m^3, considerando para o sistema de extinção de incêndio cerca de 60 m^3 em conjunto com a capacidade restante de 185 m^3 necessária ao funcionamento da rede para uso laboratorial.

O reservatório bi-compartimentado situa-se no piso 0 do Departamento de Engenharia Civil – bloco norte, tendo sido alimentado no início do seu funcionamento a partir de um poço de captação local localizado no parque de estacionamento a este, o qual atinge 28 m, e de 2 furos existentes nos parques de estacionamento localizados a poente do empreendimento, atingindo, um, cerca de 75 m e o outro 120 m.

Estes 2 furos funcionariam em caso de impossibilidade de abastecimento de água a partir do poço, uma vez que estão destinados a abastecer um reservatório para rega.

Verificou-se no entanto, que as características da água proveniente do poço não seriam as mais adequadas dado o resultado das análises realizadas durante os primeiros meses após a entrada em funcionamento das novas instalações da F.E.U.P., tendo o poço sido eliminado da rede de abastecimento e substituído pela rede pública.

Desde 2005, que a água proveniente do poço já abastece este reservatório, uma vez que as análises da água melhoraram. Contudo, alguns circuitos para os laboratórios dos blocos E e H foram excluídos, dada a exigência na qualidade da água envolvida para ensaios recorrendo-se para estes dois casos à rede pública.

As características dos furos e do poço são as seguintes:

- Poço

Figura 11 – Poço nascente

. Caudal de exploração de 3 m^3/h;

. Altura manométrica de 51 m.c.a.;

. Bomba submersível SP3A – 12 Pot = 0,75 kW.

- Furo I

Figura 12 – Furo I

. Caudal de exploração de 6 m^3/h;

. Altura manométrica de 118,70 m.c.a.;

. Bomba submersível SP8A – 25 Pot = 4 kW.

- Furo II

Figura 13 – Furo II

. Caudal de exploração de 4 m^3/h;

. Altura manométrica de 164,40 m.c.a.;

. Bomba submersível SP5A – 38 Pot = 4kW.

3.2.3. Rega

Existe uma rede de colectores que permite a utilização das águas pluviais e freáticas existentes no terreno, as quais podem ser encaminhadas para uma cisterna enterrada. As águas freáticas dizem respeito a uma nascente sob o edifício de Administração Central e são reconduzidas para a rede de águas pluviais.

Com o objectivo de reduzir os custos de exploração, este aproveitamento de águas freáticas e pluviais permite o abastecimento da rede de rega, que previa o seu encaminhamento para uma cisterna enterrada no extremo sudeste do empreendimento nas proximidades do aqueduto existente sob a Rua Roberto Frias.

A capacidade da referida cisterna é de 82,50 m^3 (V=20x5x0,825) (Figura 14).

Figura 14 – Cisterna poente

Está previsto ainda o recurso aos dois furos de captação local para adução ao tanque, os quais servirão para recurso em períodos de estiagem com pequenos caudais. No entanto, actualmente, são estes furos que abastecem o tanque, não havendo aproveitamento de águas pluviais e freáticas, sendo estas últimas bombadas para a rede de águas pluviais e de seguida reencaminhadas para a rede pública.

A instalação da rega é automatizada, pressurizada e alimenta aspersores e pulverizadores.

Face às condições topográficas da área ajardinada, e de forma a evitar elevadas pressões inconvenientes, a elevação está dividida em 2 andares, com recurso a uma válvula de redução de pressão a diferentes cotas.

Existem ainda 3 grupos elevatórios, com as mesmas características, servindo um a zona baixa, outro a alta e o terceiro serve de reserva a um dos anteriores, como recurso em caso de avaria, por comando de válvula normalmente fechada, montada entre colectores.

Refira-se a existência de um tanque de pedra não coberto com uma capacidade de 25 m^3 para armazenar água, sendo utilizado em caso de emergência (Figura 15).

Figura 15 – Tanque de pedra

3.2.4. Tratamento de água com origem na rede pública e nas captações locais

Garante-se a qualidade da água destinada ao consumo a à protecção das canalizações do seguinte modo:

- Água para armazenamento nas cisternas destinada a uso doméstico e uso laboratorial é filtrada e submetida a tratamento bacteriológico.
- Remoção dos nitratos e correcção do pH, para redução da acidez da água proveniente das captações locais.

.Tratamento da água na cisterna destinada a abastecimento geral, com origem na rede pública:

- Filtração;
- Manutenção do cloro residual;

.Tratamento da água do poço:

- Filtração;
- Desnitrificação;
- Neutralização.

.Tratamento da água dos furos 1 e 2:

- Filtração;
- Neutralização.

.Cisterna destinada a laboratórios e incêndio:

- Tratamento bacteriológico.

No entanto, os tratamentos previstos para a água do poço e furos não foram realizados como devido, apenas existindo filtração e adição de hipoclorito, pelo que se eliminou este recurso ao abastecimento de água potável. O tratamento bacteriológico também não funciona.

Refira-se ainda por curiosidade, que a adição de cloro é efectuada em média 2 vezes por semana, por intermédio de um recipiente de 100 litros, dos quais 90 litros são de água e 10 litros são de hipoclorito. A dosagem é realizada por intermédio de um sistema que inclui uma bomba doseadora e um eléctrodo que acrescenta maior ou menor quantidade desta mistura consoante o pH da água.

3.2.5. Material das condutas dos circuitos hidráulicos

. Aço inoxidável no interior dos edifícios;
. PVC rígido PN10 na rede de rega;
. Aço galvanizado na rede interior de extinção de incêndio e PVC rígido no exterior;

3.2.6. Breve referência à drenagem de águas residuais

Existem dois tipos de redes distintas.

A primeira, do tipo doméstico, é oriunda de serviços que servem fundamentalmente instalações sanitárias, bares, oficinas e laboratórios de efluentes não especiais. Enterrada nos pisos térreos, esta rede é conduzida graviticamente às câmaras interceptoras que ligam ao colector geral.

A segunda rede, do tipo especial, é proveniente de laboratórios com efluentes especiais.

Todos os dispositivos são sifonados e as tubagens rectilíneas para minimizar o risco de ocorrência de entupimentos, e se se verificarem anomalias mais fácil será a eficiência da respectiva desobstrução.

Os materiais das condutas são em PVC rígido PN4 na rede de águas residuais do tipo doméstico e polipropileno nos ramais de descarga, tubos de queda e rede horizontal de águas residuais especiais. Para as autoclaves utiliza-se ferro fundido.

3.2.7. Drenagem de águas pluviais e circuitos de refrigeração

Os tubos de queda conduzem por gravidade as águas pluviais para o colector geral.

As águas pluviais são recebidas, após bombagem, numa câmara de descompressão e depois lançadas na rede.

Existem as seguintes unidades de pré-tratamento:

. Tanque de arrefecimento, localizado no departamento de Mecânica Sul com capacidade de 16 m^3, que recebe águas de temperaturas elevadas provenientes dos circuitos de refrigeração das máquinas do departamento de Mecânica e Civil Norte;

. 2 separadores com câmara de decantação, localizados a jusante dos circuitos de águas contaminadas no Departamento de Civil e Mecânica;

. Tanque de decantação localizado a Civil Sul para recolha de águas provenientes de departamentos de Materiais de Construção, Estruturas e Construções Civis, Laboratórios e Geotecnia.

Os materiais dos circuitos são em PVC rígido PN4, na rede de águas pluviais. Utilizam-se drenos em PVC na rede de águas freáticas e ferro fundido nos circuitos de refrigeração.

3.3. Sugestão de medidas para um uso mais eficiente da água na F.E.U.P.

Numa segunda fase deste capítulo, pretende-se mostrar a viabilidade económica de uma solução alternativa para um uso mais eficiente de água na F.E.U.P.

Os objectivos específicos de medidas que permitem melhorar a utilização deste recurso visam promover o uso adequado da água pelos utilizadores, actuar na redução de perdas e desperdícios e promover a generalização do uso de dispositivos e equipamentos eficientes.

O objectivo principal deste capítulo avalia a potencial diminuição do volume de água disponibilizada aos edifícios do estabelecimento de ensino da F.E.U.P., nomeadamente torneiras e autoclismos, através da eventual substituição do equipamento actual por equipamento economizador de água que promova a efectiva diminuição de volume utilizado.

O estudo que se segue teve como base um levantamento de equipamentos já efectuado anteriormente por *Zoio (2003)*.

3.3.1. Caracterização dos equipamentos

A F.E.U.P., constituída por 13 edifícios, apresenta-se distribuída pelos seguintes Departamentos:

Engenharia Civil;
Engenharia Electrotécnica e de Computadores;
Engenharia Mecânica e Gestão Industrial;
Engenharia Metalúrgica e de Materiais;
Engenharia de Minas;
Engenharia Química.
Dispõe ainda de serviços como sejam a Biblioteca, o CICA e a Administração.

Relativamente aos recursos humanos, poder-se-á considerar que existem aproximadamente 433 docentes, 304 não docentes: técnicos, administrativos, dirigentes, informáticos, operários e auxiliares e 5.771 alunos. Não estão aqui mencionados os visitantes, obtendo-se deste modo 6.508 indivíduos/elementos.

O estudo que se segue teve como base um universo de 7.500 indivíduos/elementos incluindo visitantes, correspondente à estimativa considerada em projecto.

Este universo foi também adoptado por constituir uma aproximação mais realista uma vez que existem várias excursões, exposições, congressos e palestras que incentivam muitos indivíduos a visitar as instalações da F.E.U.P..

No que respeita ao equipamento e analisando por departamentos, resume-se o seguinte:

Quadro 2 – Levantamento de autoclismos e torneiras na F.E.U.P.

	Autoclismo		Torneiras	
Edifício	Descarga Simples	Descarga Dupla	Normal	Temporizada
Administração	20	0	5	19
Bloco B-aulas IV	16	0	0	22
Bloco B-aulas III	16	0	1	21
Bloco B-aulas II	16	0	0	22
Bloco B-aulas I	0	0	0	0
Bl. C-Biblioteca	18	0	8	11
Bl. D-CICA	5	0	0	5
Bl. E-Química	16	0	6	15
Bl. F-Minas/Metalurgia	13	0	8	10
Bl. G-Civil	16	0	7	14
Bl. H-Civil Norte	16	0	16	0
Bl. I-Electrotecnia	26	0	8	24
Bl. J-Electrotecnia Norte	8	0	8	0
Bl. L-Mec./Gestão Ind.	23	0	12	17
Bl. M-Mecânica Norte	10	0	8	2
Bl. N-Garagem	0	0	0	0
Total	219	0	87	182

Face ao exposto, facilmente se conclui que não existem autoclismos de descarga dual e as torneiras temporizadas representam 68%, sendo os restantes 32% relativos a torneiras normais.

3.3.2. Viabilidade económica de novas soluções de redes e equipamentos.

Neste ponto proceder-se-á a uma análise crítica do sistema de abastecimento de água instalado na F.E.U.P., propondo soluções alternativas que permitiriam melhorar significativamente o consumo de água, estudando simultaneamente os custos.

De facto, analisando o sistema de abastecimento de água das instalações da F.E.U.P., detecta-se um conjunto de factores que contribuem para um excessivo consumo de água potável.

Uma vez que o abastecimento proveniente da rede pública alimenta diferentes sectores de distribuição de água, considera-se inadequado que as sanitas sejam alimentadas por esta rede.

De forma análoga, o abastecimento aos reservatórios de rega e de incêndio poderiam ser abastecidos pelo aproveitamento de águas pluviais ou pelos furos artesianos e poço existentes nos parques de estacionamento, salvo quando o caudal ou a qualidade da água não o permitissem. As análises da qualidade desta água deveriam ser efectuadas periodicamente, permitindo assim o seu aproveitamento sempre que se considere adequado.

Baseado no estudo apresentado sobre a caracterização quantitativa e qualitativa dos equipamentos sanitários existentes em todos os blocos de edifícios pertencentes ao estabelecimento de ensino F.E.U.P., cujo número estimado de utilizadores é de 7.500 pessoas, registou-se a quantidade e tipo de autoclismos e torneiras existentes, com estimativas de consumo de água associados a cada uso particular.

A medida primordial aqui proposta, no âmbito da redução do consumo de água potável é a substituição dos autoclismos de descarga simples e torneiras convencionais, uma vez que lhes estão associados consumos que representam uma parcela significativa da factura de água a pagar. Sob o ponto de vista económico estes aparelhos representam um factor determinante a considerar para o melhoramento do sistema de abastecimento de água.

Esta medida apresenta como vantagens a redução dos consumos de água e, em consequência, a redução da correspondente descarga de água residual, diminuindo os custos com o seu tratamento e ainda dos consumos energéticos associados.

Apresenta como inconveniente o facto de implicar, em geral, a realização de um investimento significativo, que está naturalmente dependente da capacidade da entidade gestora.

Mostrar-se-á que os benefícios obtidos a médio/longo prazo resultam numa redução de consumos de água e numa minimização do volume de água residual, o que também origina uma poupança económica a nível energético e de tratamento necessário.

Sob o ponto de vista ambiental esta medida apresenta benefícios directos a nível da redução do consumo de água e consequente diminuição do volume das descargas de águas residuais associadas.

3.3.2.1. Substituição por aparelhos economizadores - Autoclismos

A intervenção proposta incide essencialmente na substituição dos autoclismos, uma vez que estes dispositivos, na sua totalidade são de descarga simples.

De facto, o consumo destes aparelhos constitui um dos factores mais relevantes e com maior incidência no consumo de água doméstico. Nesta parcela de consumo está incluída uma quantidade significativa de descargas desnecessárias e inadequadas, associadas a resíduos sólidos e a estanquidade deficiente dos aparelhos.

Estas fugas poderão provocar um excesso de consumo que varia entre 5% e 50% da totalidade das descargas. A percentagem mais elevada tem maior probabilidade de ocorrer no uso doméstico.

A capacidade de um autoclismo varia entre 7 litros e 15 litros. A eficiência de uma descarga pode ser garantida por um volume de 6 litros ou inferior conforme se mostra no capítulo 6, o que conduziria a uma redução significativa do consumo de água.

Conforme já referido, estão disponíveis actualmente no mercado aparelhos com um sistema dual, que permite descargas de 3 litros e 6 litros. Em média, apenas 30% dos utilizadores necessitam descargas de maior volume, ou seja, 70% das descargas necessitam de menor volume, resultando numa poupança substancial de água.

Naturalmente, esta medida deverá ser enquadrada numa campanha de sensibilização da população, uma vez que altera comportamentos diários habituais.

No âmbito desta sensibilização dos utilizadores, propõem-se os seguintes procedimentos:

. Ajuste para o volume de descarga mínimo no caso de substituição dos aparelhos; existentes por dispositivos que incluam sistemas duais com ajuste de descarga;

. Possibilidade de interrupção de descarga, sempre que necessário;

. Utilização de outros recursos para descargas de lixo, como seja baldes apropriados;

. Efectuar apenas as descargas necessárias;

. Reutilização de água.

Estima-se uma aceitabilidade social média pelos destinatários, visto que implica uma alteração do comportamento por parte dos utilizadores.

Ambientalmente, apresenta benefícios directos a nível da redução do consumo de água, diminuição do volume e cargas de águas residuais geradas.

No caso da F.E.U.P., a poupança poderá ser da ordem de 61% no ganho de água, uma vez que presentemente se gastam 10 litros numa descarga, e que após a implementação desta medida, as descargas poderão passar a ser de 3 litros em 70% das utilizações e 6 litros nas restantes 30%, aproximadamente.

Saliente-se ainda, como breve referência, um outro sistema alternativo que consiste na realização de descargas por vácuo. Este induz consumos de água muito reduzidos ou praticamente nulos, exigindo no entanto, um investimento significativo inicial e um aumento considerável no consumo de energia e na manutenção.

3.3.2.2. Substituição por aparelhos economizadores -Torneiras

Os principais factores que influenciam o consumo de água nas torneiras são o caudal, a duração de utilização e número de utilizações por dia. Pretende-se também contribuir para uma diminuição do consumo de água, do volume de água residual e do consumo de energia. Neste contexto, julga-se que valerá a pena a substituição de algumas das torneiras existentes nas instalações sanitárias, concretamente, substituir 87 torneiras convencionais por torneiras com temporizador.

3.3.3. Análise da viabilidade económica das medidas propostas

Propõe-se, portanto, a substituição do seguinte equipamento:

a) Autoclismos de descarga simples - 219

b) Torneiras convencionais - 87

Admite-se que a média de utilizações, quer dos autoclismos quer das torneiras, é de 2 vezes por dia, estimando-se um período anual de utilização de 10 meses. Consideram-se 22 dias de consumo por mês uma vez que se descontam férias, fins-de-semana e época de exames.

O universo será de 5.000 pessoas, aproximadamente igual a 2/3 do considerado em projecto (7.500 pessoas).

a) Autoclismos de descarga simples – 219

Considerando:

Volume de descarga num autoclismo de descarga simples:	10 l/descarga
Número de utilizações em média por dia:	2 desc./hab/dia
Número de pessoas na F.E.U.P. :	5.000 hab.

Obtém-se o consumo anual actual:

10 l/desc.x 2 desc./hab.dia x 5.000 hab.x 22dias/mês x 10 meses/ano = 22.000.000 l/ano = 22.000 m^3/ano

b) Torneiras convencionais – 87 (32% de 269)

Considerando:

Débito de uma torneira convencional:	0,1 l/s
Tempo de utilização médio:	10 s
Número de utilizações em média por dia:	2 u/hab/dia
Número de pessoas na F.E.U.P.:	5.000 hab.

Obtém-se o consumo anual actual:

0,1 l/s x 10 s/u x 2 u/hab.dia x 5.000 hab.x 22 dias/mês x 10 meses/ano x 32% = 704.000 l/ano = 704 m^3/ano.

De acordo com o que foi referido, estima-se que, em média, e no que respeita aos autoclismos, apenas 30% dos utilizadores necessitam de descargas do maior volume, 6 litros, o que significa que 70% das descargas necessitarão de menor volume, 3 litros. Isto resultaria num consumo substancialmente reduzido, que se avalia em cerca de 39% do existente no presente momento.

Quanto às torneiras, o equipamento novo proposto, representa uma economia de cerca de 75% no consumo de água relativamente às torneiras convencionais existentes.

Face ao exposto, o consumo anual estimado actualmente é:

22.000 m^3/ano + 704 m^3/ano = 22.704 m^3/ano

Após a introdução do novo equipamento será, possivelmente:

22.000 m^3/ano x 39% + 704 m^3/ano x 25% = 8.756 m^3/ano

Verifica-se uma poupança de 13.948 m^3/ano.

Conforme se pode verificar a partir das facturas emitidas pelos S.M.A.S. desde 2003, apresentadas em anexo, tem-se registado um aumento significativo do consumo de água, com uma estimativa para 2006 de 2.400 m^3 por mês, ou seja, 28.800 m^3 por ano. Isto significa que o estudo aqui apresentado atribui cerca de 79% do consumo de água às instalações sanitárias.

Inicialmente, durante 2003 registou-se um consumo médio mensal 1.250 m^3, correspondente a uma facturação mensal de 3.637 Eur, sendo as tarifas fixas desprezáveis (65 Eur).

O preço da água, incluindo IVA, foi obtido de acordo com os seguintes parâmetros:

Preço de água (consumo $_{/mês\ 2003}$= 1.250 m^3) = 1,05 x (1,93+0,53+0,30) = 2,90 Eur/m^3

Posteriormente, durante o primeiro semestre de 2004, verificou-se um aumento muito significativo do consumo de água, atingindo 2.480 m^3 em Junho, com um pico em Fevereiro de 2.692 m^3. Em média considera-se um consumo de 2.500 m^3/mês.

Preço de água (consumo $_{/mês\ 2004}$= 2.500 m^3) = 1,05 x (2,01+0,55+0,30) = 3,00 Eur/m^3

O valor mensal médio de facturação durante 2004 foi cerca de 7.550 Eur.

Em 2005 o consumo atingiu 2.624 m^3 em Outubro, estabilizando numa média aproximada de 2.400 m^3 mensais durante o 1º semestre do ano de 2006. Registou-se apenas um decréscimo no mês de Janeiro, que reflecte as férias de Natal e a época de exames.

De forma análoga, obtêm-se os seguintes valores para 2005:

Preço de água (consumo $_{/mês\ 2005}$= 2.500 m^3) = 1,05 x (2,08+0,57+0,30) = 3,10 Eur/m^3

Este valor conduz a uma facturação mensal média de 7.750 Eur.

Refira-se ainda que o contador da F.E.U.P. esteve avariado desde Março de 2006, o que tem conduzido à atribuição constante de um consumo médio mensal de 2.400 m^3 por mês.

Preço de água (consumo $_{/mês\ 2006}$= 2.400 m^3) = 1,05 x (2,13+0,58+0,30) = 3,16 Eur/m^3

A facturação mensal tem sido aproximadamente 7.500 Eur.

Incluem-se nestes valores o consumo de água pontual nos laboratórios dos blocos H e E, por terem sido excluídos da rede proveniente do poço.

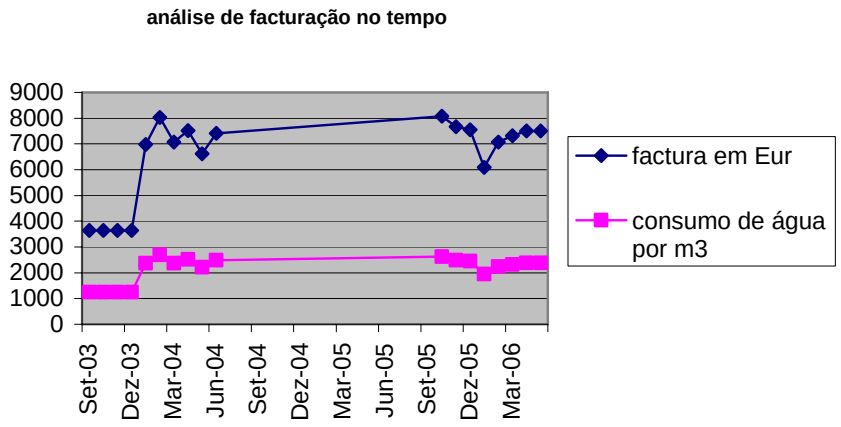


Figura 16 – Análise da facturação dos S.M.A.S. para a F.E.U.P.

Contabiliza-se assim uma poupança de:

13.948 m^3/ano x 3,16 Eur/m^3 = 44.076 Eur/ano

O custo do saneamento tem vindo a crescer desde 0,53 Eur/m^3 em 2003, aumentando em 2004 para 0,55 Eur/m^3, em 2005 para 0,57 Eur/m^3 e 0,58 Eur/m^3 em 2006.

O factor preponderante na facturação é o consumo de água, o qual tem vindo a crescer, registando-se 1.250 m^3 em Setembro de 2003, atingindo em 2006 a média de 2.384 m^3. Isto deve-se sobretudo a um período de adaptação e inter-relação entre as diversas fontes de abastecimento.

No total, o preço da água por m^3 tem vindo a aumentar cerca de 2% a 3% ao ano.

3.3.4. Propostas para substituição dos equipamentos

Foram consultadas três empresas com o intuito de se proceder a uma avaliação dos custos de substituição dos dispositivos referidos neste estudo.

Apresenta-se de seguida um esquema resumido das opções sugeridas, de acordo com os orçamentados enviados por três empresas:

Quadro 3 – Propostas para substituição do equipamento da F.E.U.P.

Dispositivo	Preço unitário Eur	Preço global Eur	Montagem Eur	Total Eur	Total c/ IVA Eur
Autoclismo					
Marca 1	27,00	219x27,00=5.913,00	1.600,00	7.513,00	8.940,50
Marca 2	35,68	219x35,68=7.813,92	Incluída	7.813,92	9.298,56
Marca 3	53,50	219x53,50=11.716,50	Não incluída	11.716,50	13.942,64
Torneira					
Marca 1 - Opção 1	190,00	87x190,00=16.530,00	*	16.530,00	19.670,70
Marca 1 - Opção 2	260,00	87x260,00=22.620,00	*	22.620,00	26.917,80
Marca 1 - Opção 3	285,00	87x285,00=24.795,00	*	24.795,00	29.506,05
Marca 2	36,03	87x36,03=3.134,61	incluída	3.134,61	3.730,19
Marca 3 -Opção 1	47,60	87x47,60=4.141,20	Não incluída	4.141,20	4.928,03
Marca 3 -Opção 2	238,20	87x238,20=20.723,40	Não incluída	20.723,40	24.660,85

*A marca 1 indicou uma estimativa de custo de montagem de 1.600 Eur para a substituição do equipamento em simultâneo, quer das torneiras quer dos autoclismos, considerando-se por isso esta verba apenas num dos dispositivos, os autoclismos.

As opções 1, 2 e 3 da marca 1, dizem respeito a dispositivos pneumáticos, pilha de litium 6V e electrónicos 230V, respectivamente. As soluções apresentadas têm acabamento cromado brilhante, podendo ser em aço tipo inox, resultando numa solução mais dispendiosa.

Relativamente às opções da marca 3 para torneiras, a primeira diz respeito a torneiras temporizadas e a segunda diz respeito a torneiras electrónicas.

A reutilização do equipamento existente não foi contemplada porque de acordo com informações recolhidas dos fornecedores, não é viável a sua comercialização.

O orçamento fornecido pela empresa da marca 2 apresenta valores bastante mais reduzidos do que a empresa da marca 1 para torneiras temporizadas.

Por outro lado, a solução mais económica para a substituição do equipamento de autoclismo é a apresentada pela marca 1.

Comparando os valores discriminados, obtém-se um orçamento optimizado de 12.671 Eur + IVA, o que corresponde a 15.332 Eur incluindo IVA, adoptando o fornecimento e colocação de autoclismos da empresa da marca 1 e fornecimento e montagem de torneiras pela empresa representante da marca 2.

Caso se prefira apenas uma empresa para a substituição do equipamento, a marca 2 apresenta um orçamento de 13.029 Eur + IVA, correspondente a 15.765 Eur incluindo IVA.

Saliente-se o facto das peças existentes terem sido fornecidas pela marca 2, o que poderá facilitar a negociação com esta empresa para adaptações de novas peças que visam obter o objectivo pretendido.

Equipamento existente:

Figura 17 – Autoclismos existentes na F.E.U.P.

Figura 18 – Torneiras existentes na F.E.U.P.

3.4. Conclusão

Este estudo sugere uma possível redução do consumo de água na F.E.U.P.

Propõe-se a substituição de todas as cisternas de autoclismos com um sistema de descarga simples (10 litros), por um sistema de descarga dupla, 3 litros e 6 litros, que diz respeito a todos os 219 autoclismos existentes. Esta proposta possivelmente permitirá uma redução significativa de consumos dos autoclismos, os quais passarão a descarregar cerca de 39% do volume actual.

Uma outra medida seria a substituição de 87 torneiras convencionais por torneiras temporizadas. Isto corresponde a 32% das torneiras existentes, uma vez que as restantes já são temporizadas.

Por outro lado, as torneiras pneumáticas temporizadas sugeridas permitem uma redução no consumo de água correspondente a 75% do consumo actual das torneiras.

Isto corresponde a uma redução anual no consumo de 13.948 m^3, sensivelmente equivalente a 44.076 Eur, adoptando o custo de água da factura mais recente, 3,16 Eur/m^3. De acordo com o orçamento mais favorável verifica-se que o investimento aqui proposto poderá ser amortizado durante o primeiro ano (primeiro semestre), sendo portanto, um projecto economicamente viável.

Sugerem-se ainda medidas de sensibilização e monitorização, que deverão incluir o seguinte:

. Educação para uma racionalização do uso da água, englobando poupança na rega e limpeza de sanitários;

. Campanhas de informação, incluindo folhetos publicitários em vários locais;

. Criação de um plano de detecção de avarias, reparação e correcção, que vise reduzir as perdas e fugas de água.

Refira-se ainda que após este estudo e durante o último semestre de 2005, foi promovida uma acção de redução do volume de água nos autoclismos, procedendo à regulação da bóia para um nível inferior de água.

Esta medida não induziu custos acrescidos para a instituição, uma vez que a regulação da bóia foi efectuada por um funcionário da F.E.U.P..

No entanto, esta alteração pouco contribuiu para uma redução do consumo, conforme se depreende das facturas apresentadas. Esta constatação poderá ser explicada pela necessidade de fazer duas descargas em vez de uma, devido a uma desajustada utilização das sanitas, designadamente com a introdução de papéis e objectos estranhos. A componente educacional desempenhará também aqui um papel preponderante.

Capítulo IV
Reutilização de águas cinzentas

4.1. Características das águas cinzentas e possíveis utilizações

As águas residuais englobam água cinzenta e água negra. A distinção deve-se essencialmente à composição da água, a qual, sendo proveniente de cozinha, lavandaria, casas de banho (exceptuando sanitas), tanques e chuveiros se designa por água cinzenta e a restante, proveniente somente de sanitas, se designa por água negra.

A água cinzenta é considerada reaproveitável por apresentar baixa probabilidade de contaminação por microorganismos. Mesmo a urina é considerada inócua, salvo se for proveniente de indivíduos com infecções. Deverá ser excluída a água proveniente da lavagem de fraldas ou vestuário de bebés.

Note-se, no entanto, que os potenciais agentes patogénicos podem ser praticamente neutralizados pelos detergentes.

A diferença mais acentuada entre as duas águas reside na respectiva taxa de decomposição dos poluentes.

A água negra é predominantemente constituída por compostos orgânicos, os quais já passaram por um complexo processo de tratamento, a digestão, razão pela qual se percebe que o seu produto contenha elementos dificilmente decomponíveis no meio aquático. Por este motivo, é compreensível que o produto resultante não se decomponha com a mesma facilidade que outros, quando em contacto com a água.

Alguns autores consideram ainda diferentes tipos de água cinzenta conforme é proveniente de cozinhas, de lavandarias ou outras origens.

No presente estudo terá interesse utilizar esta distinção considerando a água cinzenta reutilizável e a não reutilizável, uma vez que a composição da água proveniente de cozinhas e lavandarias deverá suscitar maiores cuidados incluindo tratamentos dispendiosos.

4.2. Composição das águas cinzentas

O tipo de água cinzenta produzida varia consoante:

- Número de ocupantes das habitações;
- Idade dos consumidores;
- Padrões de comportamento na utilização da água;
- Saúde dos consumidores;

Nas cozinhas, a água cinzenta contém essencialmente partículas de comida, óleo, gorduras e microorganismos. Os detergentes são em geral muito alcalinos, tornando-a prejudicial para as plantas e solo. Estes produtos, juntamente com outros agentes de limpeza não são recomendáveis para a reutilização.

Nas casas de banho, os elementos mais comuns da água cinzenta são os sabões, champôs, cabelos, pasta de dentes e agentes de limpeza.

Em geral, os lavatórios produzem água cinzenta mais poluída do que a proveniente dos duches/banhos; no entanto, o volume é inferior. Alguns produtos actuam como nutrientes para as plantas e podem ser benéficos, contribuindo como fertilizantes nos jardins, mas outros podem afectar negativamente o crescimento das plantas e a estrutura do solo.

Outro aspecto negativo diz respeito à possibilidade de existência de urina nos efluentes dos duches, composto que embora inócuo quando proveniente de indivíduos saudáveis, pode conter microorganismos patogénicos se for proveniente de indivíduos com infecções. No entanto, a probabilidade destes sobreviverem no meio exterior ao corpo humano é muito remota, pelo que em certos casos, há quem considere esta água aceitável para reutilização.

Nas lavandarias, após curto tempo de lavagem, a qualidade do efluente melhora significativamente. A concentração de bactérias não é usualmente elevada, excepto quando se lavam fraldas. Os contaminantes são geralmente sabão, sal e matéria orgânica que podem sedimentar e além de odores desagradáveis, existe a possibilidade de prejudicar o solo e o desenvolvimento de plantas. Saliente-se ainda que o detergente líquido é menos concentrado, pelo que se considera ter melhor desempenho ecológico que o detergente em pó.

4.3. Poluição pelas águas cinzentas

4.3.1. Poluição primária

O equilíbrio aquático entre as plantas e a vida animal tem sido alterado com o aumento progressivo da poluição orgânica lançada nos rios, lagos e oceanos, proveniente da indústria, redes de esgoto e agricultura. Os compostos orgânicos introduzidos na água consomem oxigénio dissolvido, essencial para a vida animal aquática. Este fenómeno designa-se por poluição primária, geralmente avaliada pela carência bioquímica de oxigénio (CBO) e carência química de oxigénio (CQO) e teor de nutrientes.

4.3.2. Poluição secundária

Por outro lado, a poluição primária provoca um desequilíbrio resultando um excesso de nutrientes. As algas e outras espécies aquáticas passam a ter um ritmo de crescimento alterado, em consequência de um excesso de fertilizantes de nutrientes. Estas plantas fertilizadas, por seu turno, morrem e decompõem-se utilizando oxigénio da água. Esta fase denomina-se poluição secundária, ou eutrofização, muitas vezes mais prejudicial do que a poluição primária, uma vez que reduz substancialmente o nível de oxigénio dissolvido na água necessário ao equilíbrio do meio aquático.

Os principais nutrientes característicos desta poluição são o azoto (N), fósforo (P) e potássio (K).

Há lagos ou rios que estão inibidos de crescer biologicamente por registarem défice de fósforo, outros registam défice de azoto, outros ainda apresentam baixo teor de potássio.

De um modo geral, um esgoto fortemente combinado dos três nutrientes contribui fortemente para um crescimento anormal de plantas na água, quer se trate de rios, lagos ou estuários, provocando um desequilíbrio do meio.

Será também de interesse, analisar o canal de descarga dos poluentes, uma vez que descargas directas na água provocam uma adição generalizada e simultânea dos nutrientes nocivos, enquanto a sua infiltração no solo contribui para um aumento mais rápido do teor de azoto que do fósforo, pois o primeiro circula mais fácil e livremente na água.

Em contraste, o fósforo fica tendencialmente retido nas partículas de solo promovendo uma troca iónica. O solo constitui uma barreira que retém o fósforo, o que dificulta o acesso ao meio aquático, poluindo a água mais lentamente.

Comparando a contribuição das poluições primária e secundária em função das diferentes proveniências do esgoto: águas negras e cinzentas, verifica-se que a rápida decomposição da água cinzenta pode ser explicada pela presença de matéria orgânica, a qual se apresenta, em contraste com a da água negra, mais disponível para os microorganismos.

A água negra contém, para além de fezes, celulose proveniente de papel higiénico e compostos de azoto (ex. ureia) proveniente da urina, que exigem oxigénio para a nitrificação.

O processamento destes compostos ocorre muito lentamente num ambiente aquático, onde a nitrificação só tem início após o nível de carbono ser apenas residual.

As diferenças na decomposição em termos de impacte no meio aquático entre a água cinzenta e água negra são evidentes.

Devido à sua rápida capacidade de decomposição, a descarga de água cinzenta numa corrente de água ou lago tem um maior impacte imediato no meio receptor, na zona da descarga, do que a água residual combinada. Pela mesma razão, a água cinzenta decompor-se-á mais rapidamente em solos após a infiltração, não sendo provável que atinja as vizinhanças dos cursos de água potável com a mesma facilidade que a água negra.

O modo mais eficaz e célere de prevenir o impacte ambiental negativo devido aos subprodutos da digestão é evitar que a água residual entre em contacto com a água superficial ou subterrânea.

A longo prazo, os produtos naturais derivados da decomposição eliminam os elementos patogénicos, transformando-os em resíduos fertilizantes e inodoros constituindo um valioso contributo para o solo.

Conclui-se assim, no âmbito deste trabalho, que o adiamento de implementação de medidas para a reutilização de água contribui para um aumento progressivo da poluição no meio ambiente. Os benefícios provenientes de uma consciencialização para a reutilização de água cinzenta são demais evidentes, existindo já em diversos países estudos variados sobre as vantagens deste reaproveitamento.

Apresentam-se em seguida alguns exemplos de estudos sobre reutilização de águas cinzentas realizados em vários países.

4.4. Estudos para reutilização de águas cinzentas

4.4.1. Estudo sobre água cinzenta nas regiões áridas – Al-Jayyousi, Jordânia (2003)

A reutilização de água cinzenta desempenha um papel muito importante na sustentabilidade da água, na medida em que pode reduzir significativamente as necessidades de consumo de água potável. No entanto, algumas medidas de prevenção deverão ser tomadas de modo a reduzir os riscos para a saúde.

Uma das medidas que pode contribuir para uma melhoria na qualidade da água cinzenta reutilizada consiste na mistura de água cinzenta com água pluvial, uma vez que a água da chuva é caracterizada por CQO < 200 mg/l. Dever-se-á no entanto, prever maiores tanques de armazenamento de água de modo a optimizar a sua reutilização.

Em contraste, a água cinzenta possui maior carga poluente (500 mg/l de CQO), sendo contudo mais regular em termos de disponibilidade, dependendo apenas dos padrões de comportamento dos utilizadores e não das condições meteorológicas, resultando assim em maiores níveis de poupança nos consumos de água.

A água cinzenta reutilizável é essencialmente proveniente de banhos, lavatórios, máquinas de lavar roupa, excluindo cozinhas e sanitas pelos motivos já expostos, sendo a composição dos sabões utilizados no corpo o maior contribuinte de agentes químicos nesta água. Outros factores influenciam a composição de água cinzenta, nomeadamente a geografia, a ocupação das habitações, dados demográficos entre outros.

A relação CQO/CBO na água cinzenta, de acordo com este estudo na Jordânia, é de 4:1., enquanto que no esgoto comum esta relação é menor. Devido à deficiente quantidade de nutrientes como N e P na água cinzenta, a relação CQO:NH3:P é de 1030:2,7:1 comparativamente com a relação 100:5:1 do esgoto doméstico.

Dadas estas características, a água cinzenta apresenta valores muito reduzidos de matéria orgânica biodegradável e limita a eficácia de tratamento biológico.

É importante também analisar outras componentes na adopção destes sistemas de reutilização, nomeadamente a viabilidade técnica, saúde pública, aceitabilidade social e sustentabilidade. A segurança e higiene desempenham um papel preponderante no estudo, incluindo aspectos estéticos (cheiro e turbidez), ambientais e técnico-económicos.

O tipo de detergente utilizado afectará a CQO. Poder-se-á também utilizar carvão activado de modo a absorver os sólidos suspensos na água. Este processo resulta economicamente pouco atractivo.

A filtração deverá ser planeada de acordo com a composição da água cinzenta obtida e dependerá do espaço disponível, uma vez que os filtros deverão estar sujeitos a uma operação de manutenção regular. A desinfecção poderá ser realizada através da utilização de tabletes ou pastilhas de cloro ou bromo.

Estes dois sistemas básicos de desinfecção e filtração recomendáveis podem ficar comprometidos pelos seguintes motivos:

- Partículas floculantes com dimensões acima de 40 mm de diâmetro reduzem a capacidade de desinfecção química porque não conseguem dissolver-se o suficiente;
- O tempo de armazenamento de água excessivo é prejudicial;
- O desinfectante à base de cloro (cloroaminas e trihalometanos), em concentrações elevadas, afecta a saúde pública. Acima de 3mg/l podem surgir odores;
- Os processos físicos de filtração podem conseguir uma clarificação da água, não constituindo, no entanto, uma barreira eficiente à passagem de matéria orgânica.

Países como o Japão, EUA e Austrália mantêm já elevados desempenhos na reutilização de água. Outros, como o Canadá, o Reino Unido, a Alemanha e a Suécia desenvolvem estudos com aplicações diversas. Em climas áridos e a um nível mais restrito, a Arábia Saudita, a Jordânia ou o Chipre desenvolvem também tecnologias específicas de reutilização de água.

Esta consciencialização a nível mundial tem origem em diversos factores. Assim, o Japão apresenta níveis elevados de desenvolvimento demográfico num território relativamente reduzido. A legislação impõe regras de obrigatoriedade de implementação de sistemas de reutilização em edifícios novos. Já em regiões áridas, medidas de prevenção são tomadas para fazer face ao clima caracterizado por níveis de chuva muito reduzidos. Na Europa, alterações climáticas, limitações territoriais e aspectos económicos impõem-se para motivar uma gestão mais adequada deste recurso.

Em conclusão, as tecnologias de tratamento e reutilização variam consoante as necessidades de utilização e hábitos dos consumidores.

O tempo de residência da água cinzenta afecta significativamente as suas características, devendo evitar-se atingir o regime anaeróbio.

Tecnologias avançadas poderão não ser economicamente viáveis, comprometendo metas de obtenção de níveis de qualidade de água cinzenta recomendada.

4.4.2. Estudos realizados pelo Instituto de Tecnologia de Israel

Analisando vários países na União Europeia, conclui-se que na sua maioria, não existe legislação sobre a reutilização de água cinzenta, sendo excepções a Áustria, a Alemanha e a Suécia, onde já se deram os primeiros passos no sentido da reutilização de água doméstica.

O Reino Unido iniciou estudos no sentido da poupança de água tardiamente. Este facto deve-se sobretudo à abundância de água que caracteriza aquele país, sendo o respectivo custo de abastecimento muito reduzido.

Em contraste, os Estados Unidos desde 1989 legalizam processos de reutilização de água, sendo a zona de Santa Bárbara pioneira neste âmbito. Em 1992 e na cidade de L.A., foi realizado um projecto-piloto sobre a reutilização de água em jardins.

No Japão, as orientações para reutilização de água incluem aplicações no uso doméstico contrastando com outros países em que a reutilização incide essencialmente sobre a irrigação na agricultura. Mais concretamente, em Tóquio, todos os novos edifícios, inseridos numa área mínima de 5.000 m^2, têm obrigatoriamente reciclagem de água cinzenta.

A grande variabilidade do tipo de água cinzenta exige um eficiente sistema de armazenamento e tratamento para evitar riscos a nível de saúde pública e não provocar danos de natureza estética, sejam eles odores desagradáveis, cores ou manchas indesejáveis.

Uma vez que se considera estar a recirculação da água no interior das habitações numa fase muito embrionária, apenas alguns sistemas são comerciáveis e testados em larga escala por longos períodos de tempo. Hoje em dia já existem processos que combinam tratamentos físicos, químicos e biológicos, incluindo desinfecção.

Restrições logísticas exigem, no entanto, que se recorra apenas a processos essenciais de tratamento, dispensando os restantes sempre que possível.

As condições climatéricas em países com temperaturas médias elevadas, como Israel, promovem ambientes favoráveis à decomposição de matéria orgânica e ao desenvolvimento de agentes patogénicos. Estas condições aumentam o risco a nível da saúde pública, provocam efeitos inestéticos e exigem tratamento mais rigoroso.

A dessalinização, processo não convencional de combate à seca, acarreta custos muito elevados, com impactes ambientais negativos, nomeadamente nas imediações do meio marítimo onde se instala o sistema que emite grandes quantidades de CO_2 na atmosfera.

Paralelamente, desenvolvem-se estudos sobre outras soluções como a reutilização de água cinzenta de modo a minimizar a necessidade de recorrer à dessalinização.

A água cinzenta constitui, conforme já referido anteriormente, uma alternativa que substitui o abastecimento de água da rede pública a diversos aparelhos domésticos, salientando-se os autoclismos, dado este aparelho apresentar consumos elevados e não exigirem água de qualidade elevada.

As duas grandes categorias de água residual doméstica são:

-água cinzenta (60-70%);

-água negra (30-40%).

A investigação conduzida pelo Instituto de Tecnologia de Israel, realizada por Eran Friedler e Noah I. Galil incidiu em habitações/moradias individuais e foi dividida em quatro fases:

1. Caracterização das fontes de água cinzenta doméstica;
2. Estimativa da poupança potencial a uma escala nacional;
3. Estudo piloto de tratamento para reutilização;
4. Estudo da viabilidade técnica e económica.

Em algumas áreas urbanas de Israel estima-se que o consumo da água seja cerca de 300 l/hab/dia, sendo cerca de 125 l/hab/dia dentro das habitações.

Foram também analisadas as características quantitativas e qualitativas das diversas fontes de água cinzenta doméstica. Para o efeito, foram ensaiados cinco cenários diferentes, os quais se distinguem por se excluir da rede principal a água proveniente de cada um dos cinco aparelhos cujo efluente se pretende estudar, designadamente, banheira (banho), poliban (duche), lavatório, máquina de lavar louça e máquina de lavar roupa, analisando posteriormente as respectivas consequências na quantidade e qualidade de água obtida.

As águas provenientes da máquina de lavar roupa e do lava-louça contribuem com grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes, enquanto a água do banho contribui maioritariamente para o número de coliformes fecais.

Foi ainda estimada a poupança potencial de água. É relevante salientar que o estudo em análise foi realizado num país semi-árido, com um clima particularmente quente e onde a escassez de água é uma constante.

A caracterização da água cinzenta foi quantificada de acordo com os seguintes parâmetros (Quadro 4):

Quadro 4 - Concentrações médias dos poluentes de acordo com as suas proveniências – Eran Friedler e Noah I. Galil (2003)

Parâmetros	Banho	Duche	Lavatório	Máq. roupa	Lava-louça
Volume	11	25	10	15	9
pH	7	7	7	7.5	8.2
ST	777	1090	835	2021	2819
SVT	318	533	316	765	1045
SST	78	303	259	188	525
CQO	230	645	386	1339	1296
CBO	173	424	205	462	699
COT	91	120	119	361	234
NH4	1	1.3	0.4	4.9	5.4
P	5	12	15	169	537
Cl	166	284	237	450	716
B	0.4	0.35	0.4	0.4	3.8
Na	112	151	131	530	641
CF	$4x10^6$	$4x10^6$	390	$4x10^6$	$6x10^4$

As unidades são em mg/l, excepto o volume expresso em l/p/d e CF expresso em ufc/100ml.

Resumem-se os resultados do seguinte modo:

pH-geralmente compreendido entre 7 e 8, excepto máquinas de lavar louça que apresentam 8.2;

*Matéria orgânic*a- CQO (70 g/utilização) e CBO (20 g/utilização) mais elevado em máq. roupa e lava louça ;

Fosfatos-Cargas mais elevadas na lavagem de louça e cargas de ≈ 10g/utilização.
A máquina da louça produz cargas de 9 g/utilização;

Amoníaco-Concentrações mais elevadas na lavagem de louça essencialmente nas primeiras duas lavagens, reduzindo nas lavagens seguintes;

Sódio-Cargas mais elevadas nas primeiras lavagens de roupa
com cargas ≈ 20g/utilização;
A segunda lavagem já apresenta reduções para cargas ≈ *8,5*g/utilização;

Cloro- Concentrações mais elevadas nas primeiras duas lavagens de louça.
Os duches também apresentam cargas elevadas de cloritos;

Boro- Cargas mais elevadas na segunda lavagem de louça e cargas ≈ 58 mg/utilização, uma vez que em Israel não são permitidos detergentes com elevada concentração deste composto.

Em conclusão, num país com 6.5 milhões de habitantes onde a taxa de crescimento é de 2% por ano, o volume de água cinzenta doméstica produzida por pessoa é de 70 a 105 l/hab/d, sendo apenas necessários para autoclismos cerca de 40 l/hab/d.

O estudo apresenta ainda como limite inferior para a implementação de um sistema de recirculação de água, um condomínio com 3 pisos, contendo 12 apartamentos. Este é o modelo de um edifício que poderá suportar o financiamento de um sistema de reutilização por uma firma certificada. Cada apartamento, supostamente, contém uma família de dimensão média de 3,6 elementos.

Em Israel, a poupança de água potável na reutilização de água para sanitas, está estimada entre 25 a 50 milhões de m^3 por ano, correspondente, na mesma escala e magnitude, à contribuição de água na dessalinização, no futuro próximo.

A reutilização de água cinzenta constituirá assim uma excelente alternativa para colmatar as necessidades humanas e simultaneamente contribuir para o sustentável equilíbrio ambiental.

Foram estudados 5 cenários diferentes para avaliar as cargas poluentes derivadas de cada uma das fontes, designadamente, banheira (banho), poliban (duche), lavatório, máquina de lavar louça e máquina de lavar roupa.

As análises realizadas mostram que a lavagem de louça contribui para uma maior quantidade de matéria orgânica e nutrientes, enquanto o banho contribui com maior carga de coliformes fecais.

Por outro lado, as máquinas de lavar roupa e lava-louças produzem efluentes mais poluentes que os lavatórios.

Verificou-se que a carga poluente é de 50% a 60% quando se excluem máquinas de lavar roupa e lava-louças, sendo a produção final de água cinzenta reduzida em 25%.

Contudo, no que respeita a coliformes fecais, a maior contribuição está relacionada com a água proveniente de banhos e duches, cuja exclusão reduz a sua quantidade em 65%.

4.4.3. Estudos realizados no Reino Unido

De acordo com um estudo elaborado no Reino Unido, por Mark Kowalski e Dane Marshallsay (2003), o consumo doméstico de água está dependente duma quantidade de micro componentes.

Estas são caracterizadas pelo uso de aplicações diversas como sejam máquinas de lavar, autoclismos, torneiras, etc. A medição destes micro componentes providencia uma informação fiável sobre os hábitos domésticos dos consumidores, de modo a permitir uma eficiente planificação e operacionalidade de sistemas de abastecimento de água e recirculação.

Assim, entre os diferentes factores que afectam o consumo destacam-se as condições meteorológicas que influenciam hábitos de lavagem de carro, rega de jardins, banhos tomados, consumo de bebidas e gelados, uso de casa de banho, lavagem de roupa e de louça. Outros factores relacionam-se com tarifários de água, hábitos regionais e procura em casos de pico.

De um modo geral é importante definir a localização do projecto, (país e região) e a ocupação dos locais a intervir, não desprezando factores sócio-económicos.

O consumo de água está assim, dependente de factores geográficos (clima), políticos (preços e tarifários) e culturais (hábitos e dietas).

4.4.4. Estudos realizados na Alemanha

Entre outros estudos realizados na Alemanha, mencionados mais adiante, refere-se um trabalho da Universidade Técnica de Hamburgo – Deepak Raj Gajurel, Zifu Li e Ralf Otterpohl, (2001), no qual se conclui que a água cinzenta é adequada à reutilização quando tem baixa carga orgânica e baixa concentração de nutrientes. Sem custos muito elevados de tratamento obtém-se água consumível.

Esta solução visa reduzir a enorme probabilidade apontada por alguns especialistas como sendo 2050 o ano horizonte para 25% da população sofrer insuficiência com o recurso água. De facto, 90% da água residual é descarregada no meio ambiente sem tratamento ou com insuficiente grau de purificação.

Estima-se que por ano cada pessoa produza entre 25 000 l e 100 000 l de água cinzenta. (500 l de urina e 50 l de fezes).

Quadro 5 - Concentrações dos poluentes na água cinzenta e água negra – Deepak Raj Gajurel, Zifu Li e Ralf Otterpohl (2001)

Volume Carga	Água cinzenta 25.000 l - 100.000 l	Urina 500 litros	Fezes 50 litros
N-4 a 5	3%	87%	10%
P-0,75	10%	50%	40%
K-1,8	34%	54%	12%
CQO-30	41%	12%	47%

Volume expresso em litros por habitante por ano e carga em Kg por habitante por ano.

O investimento em tratamento de água que permita torná-la potável é sempre elevado. No entanto, muitas vezes, esta água também serve desnecessariamente para transporte ou depósito de resíduos.

A separação e o tratamento são conceitos que conduzem a uma mais eficiente reutilização de água e a melhores resultados despendendo o mínimo possível e ajustando a cada tipo de água residual conforme a sua proveniência e características.

Na Alemanha, verificou-se ainda uma redução no consumo de água doméstica incluindo reutilização de água, de 147 l/p/d para 128 l/p/d, devido a alteração de hábitos e comportamento. Na indústria também se registou uma redução devido a processos de reciclagem. Uma redução maior pode ser conseguida com sistemas de reutilização de água do duche ou equipamentos de descarga por vácuo.

4.4.4.1. Outros estudos realizados na Alemanha

A sustentabilidade ambiental implica a conservação dos recursos naturais e o incremento da reutilização dos mesmos. Neste sentido têm surgido diversas propostas de soluções prováveis aplicáveis à reutilização de água cinzenta de duches, incluindo respectivo tratamento, essencialmente em países de clima moderado onde a prática de tomar duche diariamente possibilita a criação de sistemas de reutilização desta água, reaproveitando-a, por exemplo, em descargas de autoclismos.

Se a prática de reutilização de água se restringir só à água proveniente dos banhos, a CBO permanece em níveis baixos, especialmente se essa água for armazenada em condições de baixa temperatura e apenas durante algumas horas. As condições anaeróbias que usualmente contribuem para o aparecimento de cheiros na água cinzenta não ocorrem.

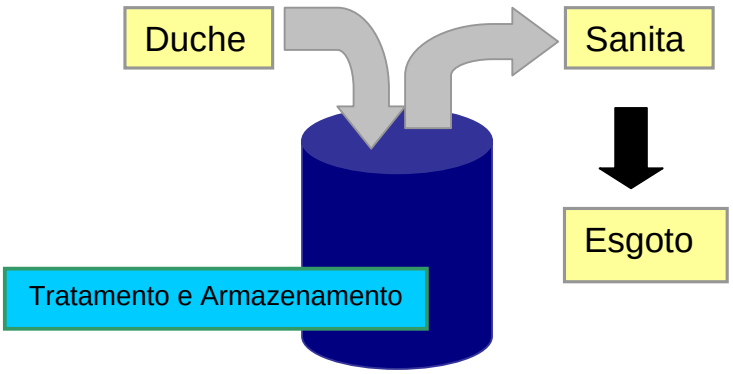


Figura 19 – Esquema de reutilização de água

Apresenta-se um sistema concebido na Alemanha por Reiner Hildebrand (2000), para reutilização da água cinzenta, constituído por equipamentos que proporcionam a sedimentação, filtração e descarga de água, incluindo a precipitação de lamas.

A água proveniente dos chuveiros é encaminhada para um reservatório de armazenamento, onde é filtrada e desinfectada, sendo posteriormente conduzida para o autoclismo onde é reutilizada. O efluente seguirá depois o circuito convencional da rede de águas residuais.

Este sistema de recirculação de água cinzenta é constituído por 2 tubos verticais, que comunicam entre si e estão ligados de modo a permitir a sedimentação e purificação da água. O controlo de todo o sistema é realizado electricamente.

Figura 20 – Esquema de reutilização de água

Este mecanismo destina-se a locais habitados por agregados familiares até 5 membros, em que a utilização do chuveiro por parte dos consumidores é diária, sendo previsível uma presença mínima de 5 dias por semana.

A água cinzenta será conduzida a um local frio, existindo a possibilidade desta ser reencaminhada separadamente a todas as instalações sanitárias. A concentração de SO_4 deverá ser reduzida, considerando-se aceitável uma temperatura de armazenagem máxima de 17ºC.

Existem sete unidades deste processo de recirculação de água cinzenta na Alemanha inseridas em habitações cujo agregado é no máximo, constituído por 5 indivíduos.

O tempo total de operacionalidade deste processo prevê-se que seja de 30 anos, razão pela qual se consideram reduzidos os seus custos de manutenção. O sistema automático de limpeza incluído no circuito contribui para que seja dispensável a manutenção, exceptuando uma revisão anual.

O risco associado à contaminação patogénica, deve ser praticamente nulo, podendo-se inferir que a recirculação de água cinzenta num simples agregado familiar tenha um risco relativamente baixo.

Comparando com estâncias balneares aquáticas (rios e lagos), verifica-se que a qualidade desta água cinzenta é bastante aceitável, e o seu grau de contaminação por bactérias, semelhante.

De acordo com referências anteriores, os custos de manutenção deste sistema são reduzidos e o respectivo consumo energético estimado em aproximadamente 5kWh por m^3 de água, valor aproximado ao de processamento de água residual que é conduzida para o meio receptor, rio ou mar.

Face ao exposto, e prevendo-se que o consumo de água no banho seja semelhante ao do utilizado em descarga no autoclismo, conclui-se que aquela poderá ser 100% reciclável.

Prevê-se ainda uma retoma do investimento em poucos anos, não estando quantificado um prazo exacto.

4.4.5. Estudos realizados na Suécia

O estudo que se segue sobre as características da poluição de água cinzenta e água negra foi publicado na Suécia por Tullander, Ahl e Olsen em 1967.

Este estudo foi possível devido a testes realizados numa habitação em Estocolmo onde a tubagem que transportava água cinzenta era separada da tubagem para circuito de água negra obtendo-se um efluente total de 130 litros, dos quais 8,5 litros correspondem ao efluente de água negra. Para o efeito, foi utilizada uma sanita com funcionamento por vácuo.

O universo de consumidores estudados incluía crianças, tendo-se confirmado a presença de coliformes fecais na água proveniente de casas de banho e de lavandaria.

A elevada quantidade de bactérias está relacionada provavelmente com o crescimento de bactérias na tubagem, uma vez que estas, regra geral, não encontram condições benéficas de crescimento fora do corpo humano.

Este estudo demonstrou, também, que a maior parte de azoto contido na água cinzenta é proveniente da água negra, com maior incidência na urina. Os resultados resumem-se da seguinte forma:

Quadro 6 – Carga poluente média - Suécia (Tullander, Ahl e Olsen, 1967)

Parâmetro	Ág. Cinzenta	Ág. Negra	Ág. Residual*	Ág. Cinzenta %	Água Negra %
CBO5 g/p.d	25	20	45	56%	44%
CQO g/p.d	48	72	120	40%	60%
Total fósforo g/p.d	2.2	1.6	3.5	58%	42%
Azoto Kjeldahl g/p.d	1.1	11	12.1	9%	91%
S.S.T. g/p.d	77	53	130	58%	41%
S.V.	44	39	83	53%	47%
Coli 35º	$8.5x10^9$	$4.8x10^9$	$13x10^9$	64	36
Coli 44º	$1.7x10^9$	$3.8x10^9$	$6x10^9$	31	69
Volume -litros	121.5	8.5	130	93	7

*Corresponde à soma de água cinzenta e água negra.

Dados posteriores concluíram que a quantidade de fósforo tem vindo a diminuir significativamente devido à redução deste elemento na maior parte dos detergentes.

O parâmetro CBO5 apresenta quantidades semelhantes na água cinzenta e água negra,.

4.4.6. Estudos realizados nos E.U.A.

Outro estudo americano realizado pela bioquímica Margaret Findley (1970) aponta para as conclusões que se seguem:

A água cinzenta decompõe-se mais rapidamente que a água negra, e se for injectada num solo bio-activo, o meio aquático ficará mais protegido da poluição orgânica, e o seu tratamento ficará concluído acima do nível freático.

Quadro 7 – Carga poluente na água cinzenta - EUA (Margaret Finfler,)

Parâmetro	Ág. Cinzenta	Ág. Combinada
CBO5 g/p.d	34	71
SS g/p.d	18	70
N total g/p.d	1.6	13.2
Total fósforo g/p.d	3.1	4.6

A água cinzenta contém 1/10 do azoto contido na água negra. Este elemento (sob a forma de nitrito ou nitrato) é um poluente difícil de remover da água e está associado à origem de doenças, nomeadamente cancro. Neste contexto, tem lógica a sua remoção da água negra, no âmbito da reutilização de água. Por outro lado, o azoto contido na água cinzenta está 50% relacionado com a matéria orgânica e pode ser filtrado para fertilizante de plantas.

4.4.7. Estudos realizados na Austrália

A recirculação de água cinzenta tem vindo a ser utilizada em alguns países, com maior incidência naqueles onde a escassez de água é frequente. A Austrália e Israel são exemplos onde esta prática é muito comum, existindo mesmo normas institucionalizadas relativas à reutilização de águas cinzentas e águas pluviais.

Em Camberra, tal como em muitas outras cidades da Austrália, as águas pluviais podem ser tratadas a ponto de se tornarem próprias para consumo humano, incluindo água para tomar banho, cozinhar e beber.

Deste modo, assume-se que uma habitação pode ser abastecida totalmente por água proveniente da chuva ou por água cinzenta. Por exemplo, em Camberra, estima-se que a produção média de água cinzenta por habitante seja de 300 l/dia.

Existem ainda outras medidas extremas que permitem, utilizando processos avançados de tratamento de água, a reutilização de águas negras (fezes e urina) podendo estas águas serem utilizadas como fertilizantes após tratamento biológico.

A este circuito também se poderia juntar a água proveniente das cozinhas. No entanto, não é aconselhável a reutilização da água proveniente das cozinhas, nem para jardins, devido à sua composição elevada em gorduras e sólidos.

Estudos em Sydney apontam para reutilização de água cinzentas correspondente a 61% do total de água consumida, não contabilizando a água proveniente de cozinhas.

Quadro 8 – Proveniência de água cinzenta de acordo com Sydney Water (2002).

Água residual	Água residual total		Água cinzenta reutilizável	
Proveniência	%Total	Litros/dia	%Total	Litros/dia
Sanita	32	186	-	-
Lavatório	5	28	8	28
Banho/duche	33	193	54	193
Cozinha	7	44	-	-
Lavandaria	23	135	38	135
Total	100	586	100	356

Um estudo elaborado em Melbourne conclui que a aceitabilidade social à implementação de um sistema de reutilização de água cinzenta doméstica seria elevado se o retorno do investimento inicial fosse conseguido num prazo entre 2 a 4 anos após o entrada em funcionamento.

Outros estudos realizados na Austrália, permitiram obter a composição típica de uma água residual consoante a sua proveniência, relativamente aos coliformes fecais encontrados na água cinzenta.

Os coliformes termotolerantes, vulgarmente associados aos coliformes fecais (expressos em unidades formadoras de colónias por 100 ml) são microorganismos que tipicamente crescem no intestino de animais de sangue quente (incluindo humanos) e são encontrados em milhões ou biliões por grama nas fezes.

Os níveis típicos de coliformes termotolerantes encontrados nas águas residuais são na ordem dos 10^6 até 10^8 ufc/100 ml.

Quadro 9 – Quantidade de coliformes fecais na água cinzenta de acordo com Sydney Water. Jepperson and Solley (1994), Australia

	Coliformes fecais (ufc)/100ml		
Fonte	Rose (1991)	Brandes.(1978)	Kapisak(1992)
Banho/duche	$6x10^3$ufc	$10x10^8$ufc	$6x10^3$ufc
Lavandaria	126 ufc	-	-
Cozinha	-	10 a $4x10^6$ cfu	2 $x10^9$ ufc
Água cinzenta	6 a 80 ufc - A $1,5x10^3$ufc - B	$8,8.x10^5$ ufc –C $13x10^6$ ufc –C	$1,73.x10^5$ ufc

Os casos A, B e C correspondem a famílias sem crianças, com crianças e apenas a cozinhas e duches, respectivamente.

A sua qualidade física e química da água cinzenta são ilustradas no Quadro 10.

Quadro 10 – Composição de água cinzenta de acordo com os mesmos autores (1994).

Parâmetro	Unidade	Intervalo	Média	Esgoto bruto
Sólidos Suspensos	mg/l	45-330	115	100-500
Turvação	NTU	22-200	100	Não Aplicável
CBO	mg/l	90-290	160	100-500
Nitritos	mg/l	0.1-0.8	0.3	1-1
Amónia	mg/l	1.0-25.4	5.3	10-30
Azoto Kjeldahl	mg/l	2.1-31.5	12	20-80
Fósforo-P	mg/l	0.6-27.3	8	5-30
Sulfatos-SO4	mg/l	7.9-110	35	25-100
pH		6.6-8.7	7.5	6.5-8.5
Condutividade	mS/cm	325-1140	600	300-800
Dureza-Mg+Ca	mg/l	15-55	45	200-700
Sódio-Na	mg/l	29-230	70	70-300

Para reutilizar água cinzenta sugere-se que seja evitado o contacto directo, armazenando-a em reservatórios enterrados, evitando o contacto com a rede de água potável e proibindo a irrigação superficial de algumas espécies, essencialmente os vegetais e frutos comestíveis. Deverá ainda evitar-se que se proporcionem condições propícias ao desenvolvimento de insectos e promover sempre a sinalização do traçado de uma rede de água para reutilização.

A grande variabilidade da composição na água cinzenta é devida a factores como as fontes de proveniência da água, respectivas utilizações, hábitos, produtos utilizados e outras características específicas.

4.4.8. Reutilização de água para rega

4.4.8.1. Introdução

A heterogeneidade da poluição das diferentes águas provenientes de múltiplas utilizações contribui para a utilização de diversos processos de tratamento. Uma separação inteligente da água promove uma racionalização dos recursos hídricos.

De facto, existe uma correlação entre o tipo de tratamento de água requerido e a sua aplicabilidade à rega. À medida que o grau de tratamento da água aumenta e consequentemente a qualidade da água melhora, diminui o risco para a saúde pública, podendo considerar-se aceitável a sua reutilização na rega superficial, se a água cinzenta for tratada.

Refira-se por curiosidade que este tema foi desenvolvido em estudos australianos, tendo sido criados diferentes níveis de irrigação para os quais se preconizam diferentes níveis de qualidade de água para rega.

Deste modo, a água cinzenta destinada a rega deverá ser previamente analisada, variando a sua aplicabilidade consoante o tipo de solo e de espécies a regar. O tipo de efluente produzido no uso doméstico condicionará a eficiência da sua reutilização.

As águas negras são as mais problemáticas pois apresentam maior quantidade de nitrogénio. A remoção deste poluente é extremamente difícil, sendo fonte de muitas doenças: febres, tifo, desinteria, hepatites e outras de origem viral ou bacteriana.

Em contrapartida, as águas cinzentas decompõem-se mais rapidamente. O seu grau e ritmo de decomposição dependem dos hábitos higiénicos e dos produtos utilizado (óleos, gorduras e produtos de limpeza).

4.4.8.2. Benefícios e riscos de reutilização de água cinzenta para rega

A água cinzenta contém microorganismos, bactérias, vírus, outros parasitas, gorduras, óleo, detergentes, sabão, sal, nutrientes, comida e cabelo.

O solo e as plantas, em geral, podem processar/decompor muitos constituintes da água cinzenta desde que as concentrações de matéria orgânica, nutrientes, sal e sedimentos sejam consideradas abaixo do limite.

Os nutrientes podem ser considerados benéficos para as plantas. No entanto, alguns constituintes entre os quais se destaca o sal (podendo este atingir cerca de 30% da composição dos detergentes das lavandarias), não conseguem decompor-se no solo, conduzindo à degradação do seu biosistema. Também os líquidos de limpeza, os diluidores e os solventes deverão ser evitados. Os amaciadores, provenientes das lavandarias deverão preferencialmente conter sódio em detrimento de cálcio e magnésio; contudo, a irrigação prolongada com água rica em sódio poderá também causar problemas no solo.

O risco proveniente da poluição aumenta quando a água reutilizada fica em contacto directo com o ser humano. É o caso de quando é utilizado na irrigação de pomares e hortas e na rega superficial. Nesta última situação, a água cinzenta apresenta uma maior plausibilidade de contactar com o ser humano, quer directa quer indirectamente por rega de fruta, vegetais e outros alimentos.

É totalmente desaconselhável a reutilização da água não tratada na rega superficial podendo apenas ser usada em rega subterrânea.

A fertilização é prejudicial quando a água contém sódio (Na), cloro (Cl), sal (NaCl) ou boro (B), sendo o solo muito sensível a altos teores destes elementos.

A água em contacto com as plantas também deverá ter reduzido teor em fósforo (P), uma vez que as plantas são sensíveis a este elemento e à alcalinidade. (pH entre 6.9 e 9).

Em particular, a água que contém detergentes inclui ingredientes nocivos para as plantas, devendo ser analisado o pH do solo e as concentrações nele existentes.

O azoto, fósforo e potássio, nutrientes benéficos no crescimento das plantas, podem ser prejudiciais se em quantidades excessivas.

Por curiosidade, referem-se algumas espécies cujo crescimento pode ser favorecido se regadas por águas cinzentas: oliveira, cipreste, zimbro, relva, loendro e rosmaninho.

Em contrapartida, as azáleas, begónias, gardénias, hibiscus, camélias e fetos preferem meios ácidos, pelo que se deve evitar a irrigação com água cinzenta tipicamente alcalina.

Por outro lado, a água proveniente de piscinas contém elevadas concentrações de sal, cloro e/ou bromo que são prejudiciais à vegetação.

Existem no entanto alternativas à reutilização de água que não exigem uma qualidade de grau muito elevado, podendo então ser institucionalizados processos de reutilização de água a nível dos hábitos domésticos, desde que sejam tomadas medidas de precaução.

O reaproveitamento da água cinzenta e/ou da água das chuvas é, evidentemente, uma atitude preventiva uma vez que se economizam recursos hídricos, o que contribui para um importante benefício económico.

Um processo simples a ser utilizado nas habitações, é o de utilizar um tanque para recolha da água, desinfectá-la, filtrá-la e reconduzi-la para a rega ou sanitas. Este processo pode reduzir significativamente o consumo de água, amortizando o investimento inicial a médio prazo.

A desinfecção e filtração da água cinzenta destina-se a remover sólidos, e eliminar odores, reduzindo o risco por contaminação

A água utilizada para irrigação deve ser filtrada de forma a remover as partículas, as fibras e os materiais em suspensão. A existência de gorduras nestas águas pode criar uma película à superfície do filtro e comprometer o seu funcionamento, entupindo-o.

De um modo geral, a água cinzenta afecta as populações de microorganismos no solo. Contudo, esta alteração poderá ser inócua em solos de granulometria média e fina desde que não se verifique excesso desta água no solo.

A água cinzenta será ainda especialmente nociva para as plantas que crescem em solos arenosos grosseiros com pouca matéria orgânica, onde pode ocorrer a deterioração das suas raízes.

De facto, não se registam inconvenientes na reutilização de água para a rega da maioria das espécies de árvores e arbustos; no entanto, uma vez que os detergentes tornam a água mais alcalina, existem plantas que não se adaptam a solos com pH alto.

A infiltração da água cinzenta proveniente do uso doméstico deverá ser monitorizada de forma a controlar e mitigar impactes negativos que provoquem alterações na qualidade dos solos e nas reservas de águas no subsolo.

4.4.8.3. Medidas de prevenção na reutilização de água para rega

Desde 2001 que no Arizona (EUA), se podem reutilizar as águas cinzentas domésticas provenientes de máquina de lavar roupa, banheiras, chuveiros e lavatórios de banho, sem necessidade de licença, desde que se respeite a legislação para o efeito.

Descrevem-se em seguida algumas medidas preconizadas no estado de Arizona (EUA) para minimizar os riscos para a saúde pública no caso particular da reutilização de água cinzenta para rega.

1. A origem de água cinzenta deverá ser apenas doméstica sendo o seu destino a irrigação e/ou produção de adubo por compostagem.
2. Evitar utilizar água que contenha óleo, tinta, gorduras ou gel.
3. Evitar que a água contenha químicos perigosos como os provenientes da limpeza química de componentes de automóveis, de revelações fotográficas, de lavagem de tecidos gordurosos entre outras proveniências.
4. Eliminar água com possibilidade de ter sido utilizada para lavagem de fraldas ou roupa suja porque pode provocar o aparecimento de doenças de natureza gastro-intestinal ou hepatites.
5. O volume de água a reutilizar deverá manter-se abaixo de 1.600 litros diários, estimando-se ser este o volume diário produzido por habitação que é igual ao número de litros por pessoa x número pessoas.
6. O sistema deve ser concebido de modo a evitar o contacto humano ou animal excepto o estritamente necessário para manter o sistema em funcionamento. Evitar contacto directo entre água cinzenta e crianças ou animais.
7. Não utilizar água cinzenta em parques e jardins infantis.
8. A irrigação deve ser gota a gota ou subterrânea, eliminando o modo de aspersão. Não utilizar água cinzenta para rega por aspersão ou torniquetes em rega superficial, a não ser que haja garantia de que o armazenamento de água seja devidamente desinfectado.

9. Não deverá existir contacto directo com fruta ou vegetais comestíveis, podendo irrigar outras espécies não comestíveis. Excluir qualquer irrigação superficial de plantas comestíveis, excepto citrinos ou frutos secos.
10. Promover a vedação do reservatório de modo a evitar aparecimento de insectos.
11. É aconselhável que o tempo de armazenamento desta água não seja superior a 24h, de modo a evitar que a água estagne permitindo o desenvolvimento de agentes patogénicos, vírus e bactérias ou outros parasitas que promovem o aparecimento de doenças. Não deverão ser criadas condições que permitam a sobrevivência de insectos ou mosquitos, em qualquer ponto da rede.
12. A água cinzenta não deverá cruzar-se com outra rede, como seja o sistema de drenagem pluvial.
13. Utilizar água cinzenta em zonas limitadas, não interferindo em terrenos vizinhos. Não armazenar durante muito tempo nem partilhar água cinzenta com terrenos vizinhos, controlando áreas de incidência.
14. Deverão ser sinalizados através de placas devidamente visíveis e esclarecedoras, os locais onde é de evitar o contacto directo com o ser humano. A sinalização correcta da tubagem evita o contacto com a rede de água potável.
15. Não irrigar com água cinzenta em períodos de chuva.
16. O sistema deverá ser instalado longe dos leitos de água, com distância mínima de 1,5 m do ponto mais elevado do nível da água em época húmida
17. Recomenda-se ainda que o afastamento da linha de água ao sistema de circulação de água cinzenta seja superior a 100 m.
18. Usar preferencialmente detergentes biodegradáveis – baixo teor em P, Na, B e Cl. Minimizar a utilização de água com produtos branqueadores e amaciadores e produtos em pó.
19. Em caso de avaria do sistema de reutilização de água, o efluente deverá ser reencaminhado para o sistema convencional de águas residuais. A filtragem reduzirá falhas por entupimento e prolongam a vida útil do sistema reutilizado.

4.4.9. Medidas para a manutenção e desinfecção do sistema de reutilização

A manutenção do sistema depende do esforço de cada utente para alterar o seu comportamento e condicionar os consumos de água.

Uma vez instalado, é da responsabilidade do consumidor cumprir as recomendações do sistema. Qualquer defeito deverá ser rectificado de imediato e logo que possível. A rede instalada deverá permitir:

1. Fiscalização periódica;
2. Limpeza fácil;
3. Substituição de filtros com utilização de luvas;
4. Sistema manual de substituição;
5. Sinal de aviso em caso de interrupção do sistema;
6. Tratamento adequado em reservatório;
7. Impedimento do contacto directo com água potável;
8. Impedimento do transbordar da água cinzenta em qualquer ponto da rede;
9. Tempo de armazenamento de água não demasiadamente prolongado;

O tratamento poderá incluir filtração e desinfecção com cloro ou bromo sempre que necessário.

A retenção das águas realizada durante a noite permite que a concentração de cloro seja reduzida por libertação deste. O cloro proveniente das águas das lavandarias poderá não ser suficiente para a desinfecção da água cinzenta uma vez que se encontra demasiado diluído.

O calor, a luz ultra-violeta, o carvão activado e outras soluções com propriedades desinfectantes podem ser utilizadas para se proceder à desinfecção destas águas, sendo os respectivos custos elevados. No entanto, a solução geralmente utilizada é a desinfecção com cloro, facilmente acessível no mercado e frequentemente utilizado em piscinas (a partir de 3mg/l provoca odor intenso). Outro desinfectante comercializado é o bromo sob a forma de tabletes ou pastilhas.

Para se assegurar uma desinfecção adequada dever-se-á conhecer a dose necessária de desinfectante para o volume de água que se armazena.

4.4.10. Experiências sobre rega realizadas no presente trabalho

Em seguida descreve-se uma experiência realizada numa habitação do Porto com o objectivo de avaliar os efeitos da reutilização da água proveniente do banho de uma pessoa, para rega de duas espécies de plantas. O ensaio foi realizado durante um período de dois meses. Estas espécies, com flor (roseira) e sem flor (begónia), apresentam-se nas Figuras seguintes:

Figura 21 – Planta sem flor (begónia)

Figura 22 – Planta com flor (roseira)

A água utilizada foi recolhida em dois tipos de recipientes, um, com superfície de água em contacto com o ar e outro fechado com tampa. Durante um período de 3 dias, analisou-se o aspecto da água dos dois recipientes após intervalos aproximados de 6 h a 8h.

Apesar de não apresentar espuma visível após 6 h, a água fechada no recipiente tornou-se ligeiramente turva após 12 h de repouso.

No entanto, a água não alterou o seu aspecto, no recipiente ao ar livre, nem apresentou sinais de turvação durante o tempo decorrido do ensaio.

Figura 23 – Água de duche

As plantas, regadas em média 3 a 4 vezes por semana, não apresentaram qualquer tipo de alteração, podendo admitir-se que a água reutilizada armazenada em recipiente aberto era adequada para a rega destas espécies.

Não foram detectados cheiros indesejáveis após 24 h de repouso.

Esta água proveniente do duche e utilizada para rega, caracteriza-se por ter diluída uma quantidade de gel de banho equivalente a 2 ml, medida com uma seringa. O duche teve uma duração de 5,5 minutos, correspondente a 66 litros de volume (caudal constante de 12 l/minuto), o que equivale a uma concentração de 30 ppm .

Quando se adiciona 50% de água proveniente da rede pública ao recipiente com água cinzenta anteriormente descrito, verifica-se que a água resultante da mistura se apresenta límpida, sem cheiro e sem espuma, mesmo após 24 horas de repouso, quer tenha contacto com o ar quer tenha estado vedada.

Capítulo V
Experiências realizadas

5.1. Consumo de água em banhos/duches

5.1.1. Introdução

Quantificou-se, num universo de 25 indivíduos, a duração do banho/duche, o caudal e o volume de água consumido.

Os elementos do grupo em estudo foram identificados consoante a sua idade e o sexo. Deste conjunto, 13 indivíduos são do sexo masculino e 12 do sexo feminino. Cada um destes cronometrou a duração do banho.

Para o efeito foram considerados os hábitos de consumo de água durante o banho, nomeadamente se o caudal é constante desde que se abre a torneira até ao momento do seu fecho.

5.1.2. Caudal gasto nos duches

O caudal foi medido enchendo um recipiente com volume conhecido e cronometrando o respectivo tempo de enchimento, assumindo um caudal constante semelhante ao habitualmente utilizado durante o duche.

Constatou-se que para todos os indivíduos excepto um, é habitual o caudal ser constante, sem interrupções. No caso excepcional, foram tomadas em conta as interrupções para o ensaboamento, tendo para o efeito sido desligado o cronómetro.

Na fase seguinte, o volume de água consumido foi obtido multiplicando o tempo de duração do banho pelo caudal medido no enchimento do recipiente anteriormente referido.

A média do tempo gasto no banho foi contabilizada, considerando quer fins-de-semana, quer dias úteis da semana. De um modo geral, verificou-se que no fim-de-semana a tendência é surgirem duches mais longos.

A duração do banho é obtida considerando a ponderação de 2/7 para a média dos valores dos dois dias de fim-de-semana e 5/7 para a média dos valores dos 5 dias úteis.

Os caudais obtidos, conforme descrito, reflectem grande disparidade nos diferentes indivíduos.

Curiosamente, verifica-se que às faixas etárias de menor idade correspondem caudais maiores. O intervalo de resultados relativo ao caudal está compreendido entre 3 l/min e 13,8 l/min, obtendo-se uma média de 7 l/min, aproximadamente.

O gráfico que se segue ilustra o caudal do banho referente aos 25 indivíduos.

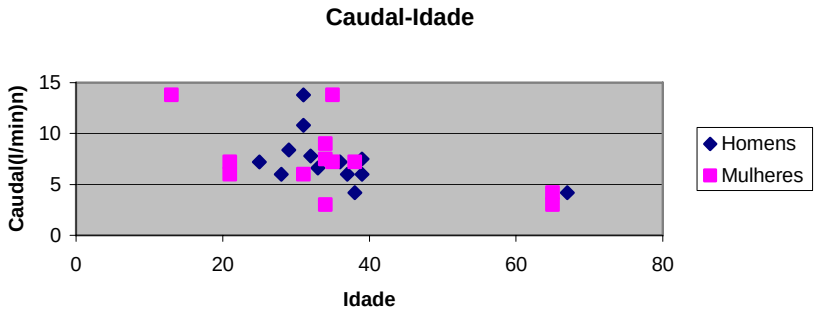


Figura 24 – Caudal consoante a idade e o sexo

Da análise do gráfico conclui-se que a maioria das torneiras do duche debitam caudais muito inferiores ao mínimo estipulado no Art. 90.º do Dec. Regulamentar n.º23/95, de 23 de Agosto, de 9 l/min para chuveiros e 15 l/min para banheiras. Estes números mostram que seria possível reduzir o caudal legalmente estipulado, medida que provavelmente contribuiria para uma poupança de água. Outro aspecto interessante é que o caudal parece ir diminuindo com o aumento da idade das pessoas.

5.1.3. Duração dos duches

Analisa-se de seguida a duração dos duches consoante a idade. No caso das mulheres, são significativamente diferentes os consumos de água obtidos no banho, com ou sem lavagem de cabelo.

Nestes casos, e exceptuando naturalmente, as que por regra não lavam o cabelo em casa, foi considerado que, de um modo geral, a frequência de lavagem do cabelo é de duas a três vezes por semana.

No caso dos homens, todos lavam o cabelo todos os dias. Mais uma vez parece que com o aumento da idade diminui a duração dos duches.

Por outro lado, dois elementos do sexo feminino contribuem para um resultado muito elevado no consumo de água com durações de banho entre 25min e 35 min.

Todos os resultados foram obtidos durante o duche, não tendo sido registado qualquer banho de imersão.

Sendo o grupo em estudo constituído por elementos dos sexos masculino e feminino, numa faixa etária predominantemente acima de 30 anos, estima-se que, em média no banho, os indivíduos do sexo masculino demoram cerca de 6,76 minutos, enquanto os do sexo feminino gastam cerca de 9,64 minutos, o que dá uma média de 8,20 minutos. Se se excluírem os extremos máximos e mínimos para os elementos do sexo masculino e feminino, a média passará a ser de aproximadamente, 7 minutos.

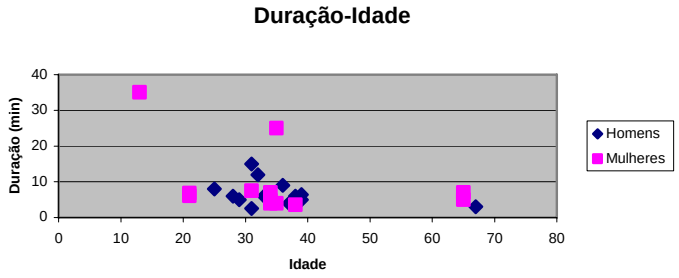


Figura 25 – Duração do banho consoante a idade e o sexo

No entanto, ressalve-se que a maioria dos elementos do sexo feminino não costuma lavar o cabelo em casa, como referido, o que diminui significativamente o consumo de água no chuveiro. Por outro lado, os duches do sexo feminino quando incluem lavagem de cabelo são bastante mais longos do que os restantes.

5.1.4. Volume gasto nos duches

A média do consumo de água no duche para o sexo masculino é de 54,25 litros por dia, enquanto o sexo feminino consome 95,56 litros, aproximadamente o dobro. Para ambos os sexos obtém-se uma média de 74,91 litros.

Verifica-se também que excluindo o valor máximo e o valor mínimo, se obtém uma redução considerável do volume de água, passando a ser de 44,15 litros para o sexo masculino e de 64,28 litros para o sexo feminino. Desta forma pode assumir-se que neste universo a média do volume de água consumido no banho é de 54 litros aproximadamente. Os consumos diminuem com o avanço da idade.

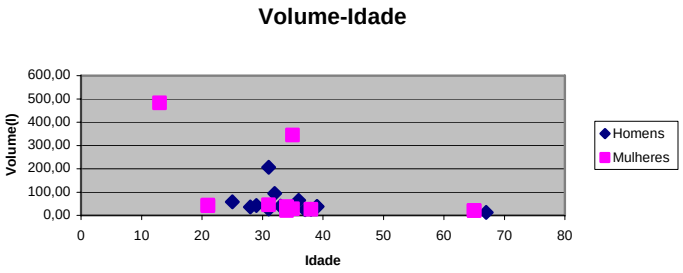


Figura 26 – Volume de água do banho consoante a idade e o sexo

Apresenta-se de seguida um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 11 – Dados relativos ao duche dos indivíduos do sexo masculino

Masculino	Tempo	Caudal	Volume
Idade	min	l/min	l
25	8	7,2	57,60
28	6	6	36,00
29	5	8,4	42,00
31	2,5	10,80	27,00
31	15	13,8	207,00
32	12	7,8	93,60
33	6	6,6	39,60
36	9	7,2	64,80
37	4	6	24,00
38	6	4,2	25,20
39	5	7,5	37,50
39	6,4	6	38,40
67	3	4,2	12,60

Os indivíduos do sexo feminino apresentam os seguintes resultados:

Quadro 12 – Dados relativos ao duche dos indivíduos do sexo feminino

Feminino	Tempo	Caudal	Volume
Idade	min	l/min	l
13	35	13,8	483,00
21	6,8	6	40,80
21	6,1	7,2	43,92
31	7,5	6	45,00
34	7,01	3	21,03
34	4,8	7,5	36,00
34	4	9	36,00
35	25	13,8	345,00
35	4	7,2	28,80
38	3,5	7,2	25,20
65	7	3	21,00
67	5	4,2	21,00

Face à análise destes dados, o indicador médio relativamente à duração, caudal e volume no banho dos 25 indivíduos submetidos aos testes realizados podem resumir-se da seguinte forma:

Quadro 13 – Valores médios dos consumos no banho

		Duração	Caudal	Volume
Caso		min	l/min	l
1	Homens (H)	6,76	7,36	54,25
2	Mulheres (M)	9,64	7,33	95,56
3	Homens e Mulheres (H + M)	8,20	7,34	74,91
4	Homens (H)	6,35	7,06	44,15
	excluído máx e min			
5	Mulheres (M)	7,57	6,99	64,28
	excluído máx e min			
6	Homens e Mulheres (H + M)	6,96	7,03	54,21
	excluído máx e min			

Note-se que estes consumos foram medidos durante o Inverno, pelo que deverão estar abaixo do consumo médio anual, uma vez que será previsível um aumento do consumo no Verão.

5.1.5. Experiência com um modelo de chuveiro único

Foi também sugerido que num universo de população constituído por 10 indivíduos fosse utilizado um modelo para chuveiro de referência. Este chuveiro é caracterizado por ter 50 orifícios com um diâmetro de 1 mm cada. O seu valor de mercado ronda os 12 Eur.

Figura 27 – Chuveiro de referência

Este modelo serviu para comparar os consumos de água dos modelos correntemente utilizados e um modelo único de referência. Curiosamente, o estudo revelou que embora este modelo resultasse mais económico em termos de caudal, conduzia a uma duração de banho superior, o que resultou num consumo sensivelmente idêntico.

Quadro 14 – Valores médios utilizando modelo de chuveiro de referência

	Caudal - l/min		Duração do duche - min		Volume - litro	
	Chuveiro usual	Chuveiro refª	Chuveiro usual	Chuveiro refª	Chuveiro usual	Chuveiro refª
Media	8,87	8,27	6,50	7,02	58,85	61,25

Apenas num dos casos estudados, por coincidência, o modelo de chuveiro proposto é idêntico ao habitualmente utilizado.

5.2. Produtos consumidos no banho

A experiência que a seguir se descreve teve como objectivo avaliar a quantidade de gel de banho e champô gasto por um consumidor.

Para o efeito, quantificou-se o seu consumo durante o banho, num universo de 3 indivíduos. A medição foi efectuada, marcando no recipiente a quantidade de gel existente no início da contagem do tempo, por exemplo, 4 dias consecutivos, e no final da contagem, ou seja, após o período de 4 dias.

O volume foi obtido utilizando o mesmo recipiente com água e medindo a diferença registada entre marcas, com o auxílio de uma seringa.

O consumo diário foi calculado dividindo aquele volume pelo número de dias relativo ao período de observação.

De igual forma se processaram os dados para a utilização do champô.

Analisaram-se os rótulos dos produtos utilizados, concluindo-se que, de um modo geral, os componentes quer do gel de banho quer do champô e amaciador são muito semelhantes e caracterizam-se por incluirem água, sulfato de sódio, glicerina, cloreto de sódio, ácido cítrico e perfume, entre outros.

Apresentam-se alguns dos componentes dos produtos utilizados nos banhos, não constando dos rótulos das embalagens os respectivos pesos relativos:

Quadro 15 – Composição dos sabões usados no banho

Gel de banho (marca A)	Champô (marca B)
Água	Água
Sódio	Cloreto de sódio
Glicerina	Amónio
Ácido cítrico	Ácido cítrico
Perfume	Perfume
Álcool	Álcool

Os detergentes e produtos de limpeza mais comuns contêm sódio e cloro (constituintes do sal) e boro, entre outros.

Verificou-se que a diluição destes componentes na água do banho (volumes médios iguais ou superiores a 50 litros, conforme descrito no capítulo anterior) não apresenta efeitos nocivos para a sua aplicabilidade aos autoclismos, mesmo considerando o seu armazenamento temporário em reservatórios.

Para uma pessoa do sexo feminino com 34 anos, o consumo semanal de gel medido foi de 14 ml, corresponde a 2 ml por dia. No caso de champô, corresponderá a cerca de 4 ml por semana, o que resulta, no final, um consumo de gel e de champô aproximado de 2,57 ml/dia. Este resultado variará consoante os hábitos de cada consumidor.

Foi também testado o consumo destes produtos em 2 pessoas, uma do sexo feminino e outra do sexo masculino, ambos com 55 anos de idade, concluindo-se que o homem consumia champô e gel de banho todos os dias, enquanto a mulher consumia diariamente gel de banho, utilizando champô apenas 2 vezes por semana.

No entanto, a média do consumo masculino é inferior ao do consumo feminino, não só devido a uma utilização mais económica do gel de banho mas também a um menor consumo semanal de champô, pese embora o seu número de utilizações ser muito superior ao número de utilizações do indivíduo do sexo feminino.

Quadro 16 – Consumo de produtos usados no banho

	Champô de cabelo			Gel de banho			Amaciador			Consumo diário	
	N. dias semana	Quantidade (ml)	Média diária (ml)	N. dias semana	Quantidade (ml)	Média diária (ml)	N. dias semana	Quantidade (ml)	Média diária (ml)	Pico	Média Semanal
1 Homem sem lavagem de cabelo	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,50	0,00
2 Homem inclui lavagem de cabelo	7	1,00	1,00	7	0,50	0,50	0	0,00	0,00	1,50	1,50
3 Homem - média semanal											1,50
7 Mulher sem lavagem de cabelo	0	0,00	0,00	5,5	1,00	0,79	0	0,00	0,00	1,00	0,79
8 Mulher inclui lavagem de cabelo	1,5	6,30	1,35	1,5	1,00	0,21	1,5	4,00	0,86	11,30	2,42
9 Mulher - média semanal											3,21

Depreende-se do Quadro 16 que as mulheres, de um modo geral, e porque a quantidade e comprimento de cabelo o justifica, sintam uma maior necessidade de consumo de champô.

Por outro lado, também é verdade que existe um considerável número de elementos no universo feminino que tem por hábito a lavagem de cabelo no cabeleireiro, o que reduz substancialmente o consumo doméstico deste produto.

Deste universo de 3 pessoas resultou uma média de consumos totais (champô+gel de banho+ amaciador), de 2,36 ml, correspondente a 44 ppm, tendo em atenção o volume médio de água gasto no banho obtido no capítulo 5, de 54 litros. (28 ppm para o indivíduo do sexo masculino e 59 ppm para a média dos 2 elementos femininos).

5.3. Avaliação do teor de detergentes a partir da espuma

A experiência que a seguir se descreve tem como objectivo estimar o teor de detergentes na água a partir da espuma produzida.

Num litro de água inseriu-se 1 ml de gel de banho (ou sabão), tendo-se verificado uma elevada concentração de espuma. A este volume foi acrescentado sucessivamente 1 litro de água, tendo-se verificado uma diminuição gradual de espuma, até se atingir um volume de água de 10 litros.

A quantidade de 1 ml de gel, dissolvida em 10 litros de volume, corresponde a uma concentração de 100 ppm. Analogamente, quando se acrescenta 1 ml a uma bacia de um autoclismo cujo volume é de 10 litros, obtém-se uma concentração de 100 ppm. Neste caso em concreto, observaram-se apenas vestígios de espuma à superfície, com maior incidência no perímetro de contacto da água com as paredes.

Com o objectivo de poder rapidamente estimar o teor de detergentes na água, realizou-se uma série de experiências. Uma tina continha inicialmente 1 ml de gel de banho dissolvido num litro de água, isto é, uma concentração de 1000 ppm. Agitava-se a água na tina com uma pequena colher, em condições normalizadas e observava-se a espuma, neste caso muito abundante.

Adicionava-se mais água, e repetindo a operação, observava-se o efeito para concentrações sucessivamente menores. Os resultados foram os seguintes:

. V= 1000 ml → c = 1000 ppm Verifica-se muita espuma;
. V= 2000 ml → c = 500 ppm Verifica-se muita espuma;
. V= 3000 ml → c = 333 ppm Verifica-se muita espuma;
. V= 4000 ml → c = 250 ppm Verifica-se muita espuma;

. V= 5000 ml → c = 200 ppm	Verifica-se muita espuma;
. V= 6000 ml → c = 167 ppm	Verifica-se muita espuma;
. V= 7000 ml → c = 143 ppm	Verifica-se muita espuma;
. V= 8000 ml → c = 125 ppm	Verifica-se muita espuma;
. V= 9000 ml → c = 111 ppm	Espuma ocupando uma franja nítida de 1 cm ao longo das paredes da tina;
. V= 10 000 ml → c = 100 ppm	Espuma pouco significativa.

Registo fotográfico:

1ª etapa da diluição:

Figura 28 – 1ml de gel em 1 litro de água

Última etapa da diluição:

Figura 29 – 1ml de gel em 10 litros de água

Como se viu, a concentração média de detergentes na água do duche é da ordem dos 44 ppm, o que corresponde a uma média de espuma pouco significativa. Os resultados para quem consumir detergentes acima da média podem ser antecipados através das observações acima descritas.

5.4. Filtração da água do duche em areia

A etapa seguinte consistiu em encher uma garrafa de plástico de 1,5 litros de volume com areia média, com cerca de 20 furos de 3 mm de diâmetro na base. Esta areia serviu de filtro a 1 litro da água, com uma concentração de 1ml de gel.

Figura 30 – Filtro de areia de 1,5 litros

Durante a filtração verificou-se que 1 minuto após se ter iniciado o enchimento do recipiente do filtro, 80% da água tinha sido filtrada, (800 ml), obtendo-se um aspecto de água limpa, com vestígios de sabão.

Figura 31 – Após filtração de 1 litro de água na areia

Repetiu-se a experiência com a mesma concentração de champô. As concentrações são idênticas às referidas anteriormente, obtendo-se no entanto uma dispersão de espuma diferente, muito inferior à do gel de banho. O champô, com a concentração de 1 ml, origina vestígios de espuma num litro, semelhantes aos verificados em 10 litros de água com 1ml de gel de banho.

Após um tempo de repouso de cerca de 2 horas, a espuma ficava completamente diluída na água, em qualquer dos casos.

5.5. Experiências sobre reutilização de água do duche em sanitas

A experiência levada a cabo em 2 habitações consistiu no aproveitamento da água do duche para alimentar bacias de autoclismo.

Utilizou-se uma bomba miniatura da marca Lidel, com uma potência de 11 W, altura manométrica de 1 metro (h= 1 m) e um diâmetro de saída Φ 10 mm. O preço da aquisição da bomba é de cerca de 30 Eur incluindo IVA. A ligação ao autoclismo foi feita com um tubo de plástico Φ 10 mm.

A experiência teve por base a utilização deste equipamento, permitindo assim conduzir a água do banho para o autoclismo durante um determinado período de ensaio.

Este estudo reporta a uma única casa de banho em cada habitação, não tendo sido utilizada a água do banho para qualquer outra instalação sanitária, nem para outro fim (rega, lavagem de pavimento ou carro)

Nestes dois casos, a banheira também desempenhou as funções de reservatório e durante o período dos testes não foi sentido qualquer cheiro desagradável ou verificado efeitos inestéticos da espuma, pois que esta rapidamente ficava diluída na água.

A bomba (14x9x9) cm^3, é geralmente utilizada em pequenas fontes, exigindo uma altura mínima de água de 4 cm aproximadamente.

Figura 32 – Bomba Lidel, de 11 W

Na primeira habitação, designada por habitação 1, a experiência incidiu sobre dois indivíduos com 55 anos (casal), durante o período de uma semana compreendida entre 25 de Abril e 2 de Maio de 2006.

Verificou-se que durante um período de 7 dias seria possível o aproveitamento da totalidade da água, recorrendo ao abastecimento da rede de água potável apenas 3 vezes, o que significa a utilização de apenas 30 litros desta água, reutilizando cerca de 750 litros numa semana. Este resultado corresponde a utilizar o autoclismo 5 a 6 vezes por dia por pessoa, com descargas de 10 litros cada.

Neste contexto, assumindo como referido anteriormente, um custo por m^3 de água potável de 4,02 Eur (capítulo 2.5), a poupança mensal seria de 12,1 Eur.

Preço de água (consumo > 20m^3) = 1,05 x (2,56+1+0,27) = 4,02 Eur/m^3

Fotos ilustrativas das experiências:

Habitação 1 – Ligação da banheira ao autoclismo, reaproveitando a água do duche de duas pessoas, uma do sexo masculino e outra do sexo feminino:

Figura 33 – Aspecto do conjunto

Figura 34 – Pormenor da bomba

Habitação 2 – Ligação da banheira ao autoclismo, reaproveitando a água do duche de uma pessoa do sexo feminino:

Figura 35 – Alimentação do autoclismo

Figura 36 – Aspecto do conjunto

Os consumos do banho foram quantificados, de acordo com o estudo anterior, obtendo-se 54 litros por pessoa. Não foi necessário recorrer ao abastecimento com água potável.

Durante um mês, estima-se uma poupança potencial de 1.620 litros, uma vez que, durante a experiência na habitação 2, tiveram lugar 30 banhos, durante 30 dias, entre 21 de Maio e 21 de Junho de 2006.

No entanto, a banheira foi esvaziada 4 vezes (uma vez por semana), correspondendo no total a 50% do volume de água do banho, ou seja 810 litros. Isto que significa que as descargas de autoclismo foram em média 5 a 7 descargas por dia com 3 litros e 6 litros por descarga.

Neste caso: Preço de água (consumo ≈ 5 m^3) = 1,05 x (0,91+0,36+0,27) = 1,62 Eur/m^3

A poupança neste caso individual é menor, cerca de 1,3 Eur mensais (50% reutilizado)

5.6. Análises bacteriológicas da água de duches

O presente estudo incluiu também uma análise bacteriológica da água proveniente de duches. Para o efeito, foram recolhidas duas amostras, uma proveniente de um indivíduo do sexo masculino e outra do sexo feminino. As colheitas foram realizadas em dois recipientes esterilizados, refrigerados a 4ºC num período inferior a 6 h antes da realização das análises.

Figura 37 – Mesa de ensaio

O ensaio decorreu num laboratório do Departamento de Química da F.E.U.P., e cumpriu a norma ISO/DIS 9308-1 (1990), destinada a descrever o método de pesquisa e quantificação de coliformes presentes na água, utilizando a filtração por membrana seguida de cultura em meio lactosado selectivo e cálculo do seu número na amostra.

Este método pode ser aplicado a todos os tipos de água, excepto quando estão presentes grandes quantidades de matérias em suspensão susceptíveis de serem retidas pela membrana, e/ou um número relativamente elevado de microorganismos interferentes.

Definem-se como coliformes termotolerantes as bactérias coliformes capazes de formar colónias em aerobiose a 44º±0,5ºC sobre o meio lactosado selectivo e diferencial com produção de ácido em 24h±1h de incubação.

O processo, caracterizado por filtração, incubação e contagem, resume-se da seguinte forma:

A determinação de coliformes baseia-se na filtração de um dado volume de amostra de água através de uma membrana filtrante de porosidade (0,45µm) suficiente para reter as bactérias. A membrana é colocada sobre o meio de cultura selectivo, lactosado com gelose,

A incubação efectua-se durante 24±1h, a 44±0,5ºC, para pesquisa de bactérias coliformes termotolerantes.

Após a incubação efectua-se a contagem directa das colónias características formadas sobre a membrana, obtendo-se assim, o número de bactérias referidas em 100 ml de amostra.

A contagem das colónias é feita por diluições sucessivas, utilizando tubos esterilizados e pipeta. No caso em questão utilizaram-se apenas 2 diluições de 10 ml e 50 ml.

Para cada indivíduo, foram preparadas 4 amostras, duas com diluição de 50 ml e duas com diluição de 10 ml., de modo a que o número de colónias por membrana seja inferior a 100.

É importante ter em atenção que a contagem das colónias formadas sobre as membranas a 44ºCº±0,5ºC apenas indicam a presença de bactérias coliformes presumíveis. Dado que não é detectada a produção de gás, poderá ser feita prova suplementar de confirmação.

Figura 38 – Meio de cultura (réplica ou duplicado)

Coloca-se a membrana sobre o meio de cultura mFC escolhido evitando a formação de bolhas de ar entre a membrana e o meio de cultura.

Figura 39 – Colocação de membrana no meio

Seguidamente lavam-se as paredes do funil de filtração duas a três vezes com a solução de diluição estéril e filtra-se completamente a solução.

No decorrer da análise foi utilizada água destilada isenta de substâncias que possam inibir o crescimento bacteriano durante o ensaio.

Figura 40 – Lavagem após filtração

As filtrações são executadas por vácuo parcial.

Figura 41 – Bomba

Após a filtração incubam-se as placas, bem acondicionadas em invólucros plásticos,

Figura 42 – Isolamento das placas

As placas são incubadas em banho de água regulável a 44º±0,5ºC e submergem com a ajuda de um tijolo, durante 24±1h.

Figura 43 – Incubação

Após o período de incubação, 24±1h, contam-se as colónias características, com a ajuda da chama para não existirem interferências do meio exterior.

Figura 44 – Contagem

As colónias provenientes das amostras de mulher apresentam-se todas de coloração azul. As provenientes de homem, apresentam-se azuis, cinzentas e cor-de-rosa.

As diluições de 50 ml para mulher apresentam uma quantidade de colónias excessiva para contagem (TMTC).

As diluições da água do duche proveniente do homem apresentam colónias conforme se ilustram na Figura 44 e têm uma coloração azul, cinzenta e cor-de-rosa.

De acordo com o referido, esta contagem de colónias apenas indica a presença de bactérias coliformes presumíveis. Uma vez que a técnica não permite a produção de gás, seguiu-se uma prova suplementar de confirmação – teste confirmativo.

Para a realização deste teste, repica-se cada colónia. Neste caso, foram repicadas seis colónias, uma colónia azul da mulher e cinco colónias de homem (duas de azul, uma de cinzenta e duas de cor de rosa).

Figura 45 – Repicagem

Por convenção considera-se cada colónia como tendo origem num só organismo. Cada colónia foi repicada para um tubo de ensaio contendo água peptonada lactosada e incubada novamente a 44±0,5ºC durante 24 h.

Figura 46 – Teste confirmativo

A produção de gás na água peptonada lactosada confirma a presença das bactérias coliformes. Apenas as colónias cor-de-rosa não são confirmadas como sendo unidades formadoras de colónia por não produzirem gás.

As restantes confirmaram a presença de coliformes após 24 h e 48 h.

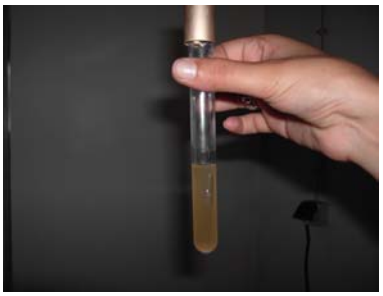


Figura 47 – Teste confirmativo

A contagem foi efectuada sobre uma membrana com menos de 100 colónias características aplicando-se a seguinte fórmula:

$$N = \frac{n x 100}{V} x f$$

Onde :

N- Número de coliformes em 100 ml de amostra

n- Número de colónias identificadas como coliformes

f – Taxa de diluição

V – Volume de amostra filtrada ou de uma diluição

Exprimem-se os resultados obtidos em número de coliformes por 100 ml de amostra, conforme anexo. No presente estudo, o resultado da análise bacteriológica para os homens foi de 124 ufc/100 ml e para as mulheres foi de 430 ufc/100 ml.

A presença de coliformes acusada quer para homem quer para mulher está enquadrada nos valores preconizados, por exemplo, para a qualidade da água balnear no Decreto-Lei 236/98, Anexo XV, em que o valor máximo recomendado é de 100 ufc/100 ml (VMR) e o valor máximo admissível é de 2000 ufc/100 ml (VMA). Embora o homem apresente em relação à mulher uma menor quantidade de coliformes fecais, isto é, cerca de 30%, qualquer dos resultados se apresenta muito favorável à reutilização desta água para abastecimento de sanitas.

Capítulo VI

Soluções para a utilização de água de banho em limpeza de sanitas

6.1. Sistema centralizado, com reservatório inferior e superior (CRIS)

6.1.1. Introdução

Um exemplo deste conceito está ilustrado na Figura 48, que corresponde a um trabalho experimental realizado em Inglaterra (Rebecca Birks, 2003).

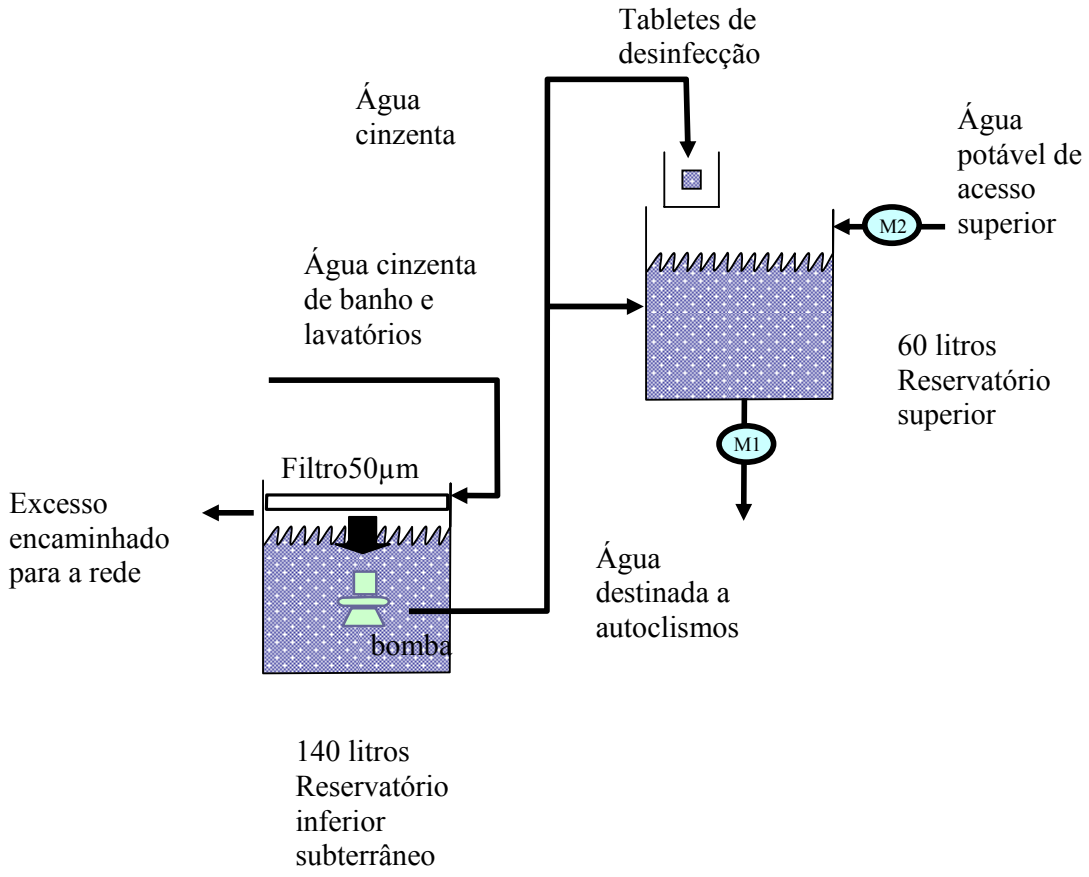


Figura 48 – Sistema C.R.I.S.

A água cinzenta era conduzida a um reservatório enterrado exterior à habitação, com capacidade para 140 litros.

À entrada, a água era filtrada por uma malha metálica de 50 μm. Em caso de transbordo, a água excedente era conduzida para a rede de águas residuais.

A água armazenada era bombada para um reservatório situado no sótão, com capacidade de 60 litros.

À entrada deste tanque a água era desinfectada com tabletes de bromo.

A etapa seguinte consistia na condução para o autoclismo, substituindo a água potável.

Quando não havia água cinzenta suficiente, o sistema permitia que o reservatório superior fosse alimentado por água da rede pública.

Note-se que o eventual contacto entre um sistema de reutilização de água cinzenta e o de água potável será um elo fraco do processo.

Por outro lado, o reservatório superior, além de potenciar condições pouco salubres, será sob o ponto de vista arquitectónico de difícil enquadramento, uma vez que exige espaço no interior da habitação e é esteticamente pouco aceitável, o que pode inviabilizar a sua implementação.

6.1.2. Experiências realizadas com o sistema CRIS

Um trabalho de investigação foi conduzido no Reino Unido (Rebbecca Birks, 2003), em 5 habitações, sobre este sistema de reutilização de água, onde a média de consumo de água por pessoa era da ordem dos 152 litros.

Este sistema permitiu uma poupança de 36% do volume de água consumido.

No entanto, surgiram alguns problemas quanto à sua operacionalidade e manutenção, tendo esses períodos de subfuncionamento contribuído para poupanças inferiores às inicialmente previstas.

De facto, no Reino Unido, onde os preços de água potável são relativamente baixos e, nalguns casos, nem sequer há medições de consumos, os benefícios para os consumidores baseados em factores exclusivamente económicos poderão não ser, por si só, justificáveis. A campanha para adesão a sistemas de poupança de água poderá ser bem sucedida se se provar serem viáveis argumentos sociais, climáticos e técnicos, além dos já referidos factores económicos.

O sistema foi testado durante 13 meses em cinco habitações com 2 ou 3 quartos (T2 e T3) com várias ocupações:

A - 1 Homem (13 meses);

B – 1 Homem (7 meses) + desocupado (6 meses);

C – 1 Mulher (7 meses) + 1 Homem e 1 Mulher (6 meses);

D – 1 Homem + 1 Mulher (13 meses);

E – 1 Homem + 1 Mulher + 1 Criança (13 meses).

Os componentes da tecnologia envolvida, facilmente disponíveis no mercado, incluíam filtro, tubagem, reservatórios inferior e superior, bomba e desinfectante.

O sistema consistia na recolha de água cinzenta proveniente de banhos e lavatórios de cada propriedade, sendo posteriormente reencaminhada, através de tubagem metálica, para um tanque exterior subterrâneo, onde à entrada existia um filtro com uma malha de 50 μm. A água em excesso era conduzida para o sistema convencional de água residual.

Uma bomba submersível localizada no reservatório exterior elevava a água para o reservatório superior localizado no sótão. A bomba era controlada por uma bóia instalada nesse reservatório, que era activada sempre que o nível de água fosse baixo. A água cinzenta era desinfectada no sótão recorrendo a pastilhas de bromo à entrada do reservatório.

Quando o desinfectante escasseava ou quando a quantidade de água cinzenta disponível era insuficiente, accionava-se uma válvula que permitia o abastecimento pela água da rede potável, garantindo-se o abastecimento do autoclismo. A entrada no circuito desta água era efectuada pelo topo do reservatório superior.

Foram analisados cinco factores:

1. Água consumida na habitação, medida segundo a facturação mensal de água;
2. Água consumida per capita, calculada a partir da factura e da ocupação;
3. Água exigida para o autoclismo, medindo o volume no reservatório superior;
4. Água potável exigida para o autoclismo, medindo o volume do reservatório superior sempre que a água cinzenta não era suficiente;
5. Água cinzenta necessária (*3-4*).

A qualidade da água também foi monitorizada, assumindo-se que a água cinzenta utilizada corresponde à poupança de água obtida durante as experiências.

A monitorização nas cinco habitações foi realizada durante 13 meses, entre Abril de 1999 e Maio de 2000.

Os resultados mais significativos verificaram-se nas habitações C, D e E, onde a ocupação foi muito constante.

A habitação A registou um consumo muito baixo, uma vez que o ocupante viajava muito, permanecendo pouco tempo em casa.

Tomou-se como referência um consumo médio de 152 l/hab/d, (OFWAT, 2001), uma vez que as habitações eram novas e não se registaram consumos anteriores ao início do estudo.

Curiosamente, verificou-se que, em média, o homem da casa A consumia 43 l/dia enquanto que a mulher da habitação C consumia 181 l/dia. Refira-se também que quando a habitação C passou de 1 ocupante para 2 ocupantes, a quantidade de água total não duplicou, verificando-se apenas um aumento de 23%.

Vários factores relativos a hábitos e comportamentos no estilo de vida dos consumidores contribuem para as variações nos consumos registados, como sejam o tempo de permanência em casa, férias em casa, número de visitantes, idade, sexo, nível de ocupação, o que também afecta a quantidade e qualidade da água cinzenta produzida.

A confiança no sistema é encarada de diferentes modos. A sua manutenção e operacionalidade dependem da verificação periódica dos utilizadores. De facto, alguns problemas surgiram: entupimento do filtro, avaria da bomba, escassez no desinfectante e entupimento da descarga do reservatório superior.

Quadro 17 – Consumos por habitação durante as experiências

Habitação	**A**	**C**	**D**	**E**
%ÁGUA AUTOCLISMO POUPADA	97%	61%	43%	82%
%POUPANÇA DE ÁGUA TOTAL	36%	21%	9%	17%
%ÁGUA DE AUTOCLISMO UTILIZADA	37%	34%	21%	20%
MÉDIA DE CONSUMO l//P/D	43	181	125	79

A habitação B não foi incluída, por estar desocupada a partir dos primeiros 7 meses.

Embora a aceitabilidade social deste tipo de equipamento seja média a elevada, verificou-se que não foram tomadas de imediato as medidas necessárias para a manutenção e/ou reparação, o que denota pouco cuidado e reduzida eficácia do sistema testado.

Isto significa que o sistema deverá ser robusto, isto é, pouco dependente da intervenção humana, podendo ser aperfeiçoado de modo a reduzir o risco de inoperância e ineficiência.

Especial atenção deverá ser dada ao enquadramento social, climático e técnico, além do económico.

De um modo geral, pode referir-se que o consumo médio de água potável diminuiu, talvez devido a uma maior consciencialização ambiental. Também se verificaram poupanças em todos os casos estudados, embora inferiores aos publicitados.

Não se verificou qualquer alteração do consumo de água durante o período de inoperacionalidade do sistema.

Os autores concluíram que a curto/médio prazo a instalação deste sistema não compensaria economicamente. Contudo, outros aspectos relevantes deverão ser destacados, nomeadamente a poupança na quantidade de água potável, o aspecto ambiental, reduzindo as necessidades de um recurso natural, e uma maior consciencialização para um problema que não se restringe a um país onde a água ainda é um bem em abundância, mas no cômputo universal, constitui um recurso cada vez mais raro e que é urgente preservar.

6.2. Sistema centralizado, com reservatório inferior e bacias de autoclismo (CRIA)

6.2.1. Descrição genérica

Este esquema consiste na recolha de água cinzenta proveniente de duches para um reservatório subterrâneo localizado no exterior da habitação. Em caso de transbordo, a água será conduzida para a rede de águas residuais através de um trop-plein. Possivelmente no interior do reservatório, existirá uma bomba que abastecerá os autoclismos.

Na conduta de compressão existirá um reservatório de ar comprimido (RAC). No caso do nível de armazenamento ser inferior ao mínimo exigível para que a bomba funcione, será accionado um alarme ou sirene. Porém, o utilizador, quando verifique que não há alimentação suficiente, poderá abrir a torneira do duche para reforço do sistema com água da rede pública.

A bomba poderá não ser submersível, ficando com o RAC acoplado. A tubagem de distribuição de água cinzenta será de 10 mm de diâmetro e a rede que conduz a água recolhida dos duches ao reservatório será de 40 mm de diâmetro.

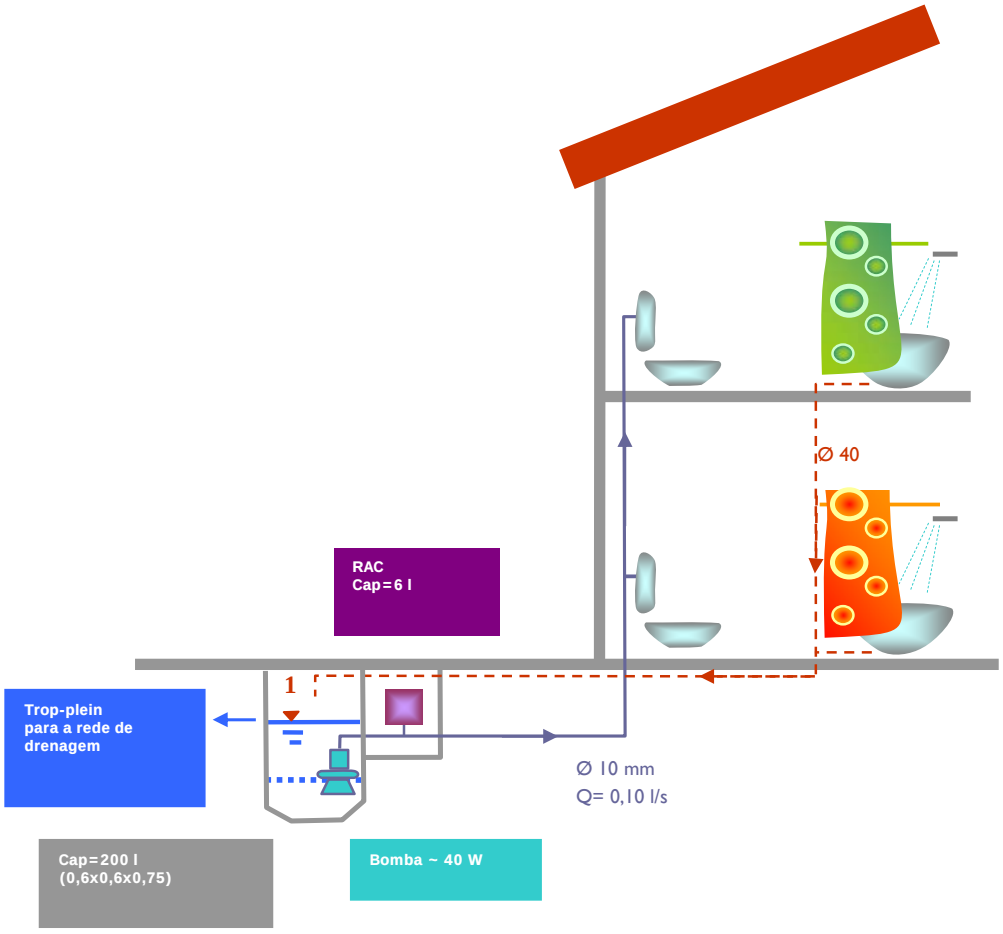


Figura 49 – Sistema C.R.I.A.

6.2.2. Dimensionamento para uma habitação com 4 pessoas

6.2.2.1. Reservatório

A capacidade necessária para um reservatório é determinada através de um balanço entre os volumes que entram e os volumes que saem, conforme mostra a Figura 50, sendo o seu valor dado por $a+b$.

Para o caso em apreço, estima-se que cada pessoa produz 50 l/dia no duche e gasta igualmente 50 litros/dia na sanita.

A Figura 50 representa uma hipótese provável de volumes que entram e saem durante um dia, numa habitação.

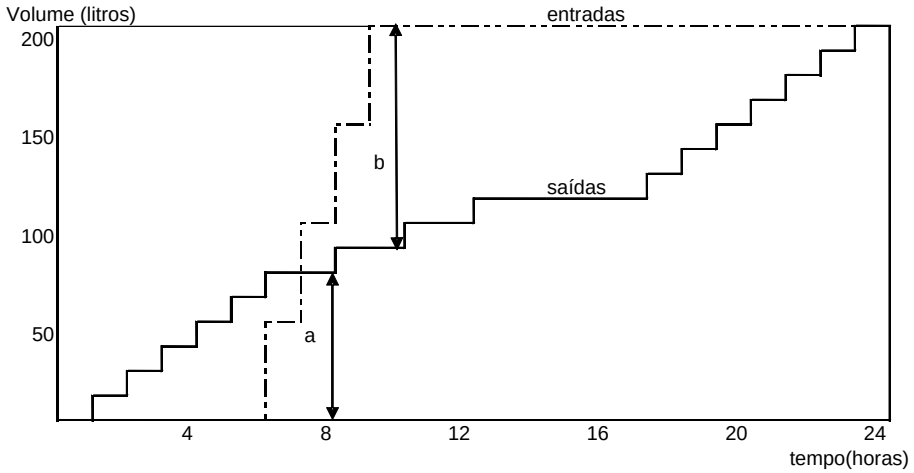


Figura 50 – Volume de água do duche em 24 h

No entanto, para o desenvolvimento do estudo admitiu-se a hipótese (desfavorável) de os duches decorrerem num período de tempo bastante curto, conforme mostra a Figura 51.

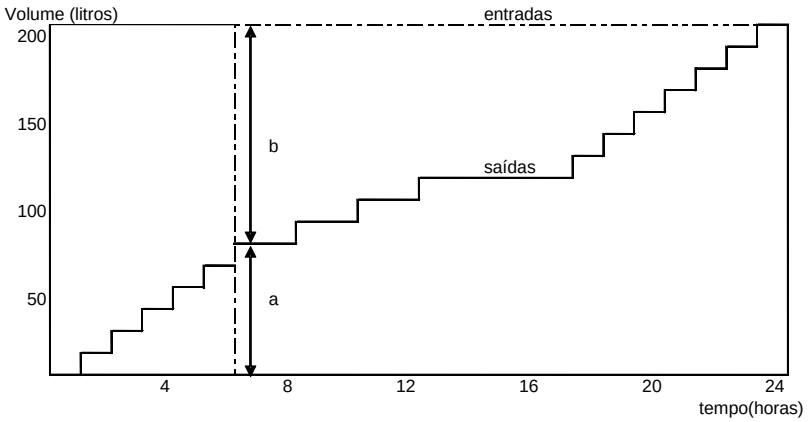


Figura 51 – Volume de água do duche em 24 h na situação mais desfavorável

Neste caso, $a+b$ é igual a todo o volume diário, i.e., 200 litros.

Existem também situações excepcionais: festas e doenças (como, por exemplo, desinteria), para as quais será necessária mais água do que o habitual. Para esses casos pontuais bastará reforçar o sistema com água da rede pública, ligando a água do duche.

Preconiza-se, então, um volume de 200 litros, que poderá ser materializado através de um pequeno reservatório com 0,60x0,60x0,75 m^3.

6.2.2.2. Tubagens

a) Colecta da água para duches

De acordo com a regulamentação em vigor (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais – Dec. Regulamentar 23/95 de 23 Agosto) adopta-se o diâmetro mínimo de 40 mm.

b) Rede de alimentação dos autoclismos

Q= 0,10 l/s D = 10 mm v= 1,27 m/s k=0,05mm j=0,305
Em alternativa:
Q= 0,10 l/s D = 12 mm v= 0,88 m/s k=0,05mm j=0,122
Admitindo um comprimento de tubagem de 10 m e que as perdas de carga localizadas correspondem a cerca de 50% da perda de carga principal, teremos:
$\Delta h = 1,50 \times 0,305 \times 10 = 4,58m$
Admitindo uma pressão residual de 4 m.c.a.
H min ≈ Hgeom + Δh + H resid = 5 + 4,58 + 4 ≈ 14 m.c.a.,
Considerando um diferencial de 10 m.c.a., Hmáx = 24 m.c.a.

6.2.2.3. Bomba

$$P = \frac{9800 x Q x H}{\eta} = \frac{9800 x 0,1 x 10^{-3} x 24}{0,6} = 39W$$

Valor bastante reduzido para a potência, sendo o consumo praticamente insignificante.

6.2.3. Análise económica desta solução (CRIA)

As componentes a considerar para uma estimativa do custo desta solução são as seguintes:

- Canalização de recolha das águas dos duches;
- Reservatório;
- Electrobomba e acessórios;
- Tubagem de alimentação dos autoclismos;
- "trop-plein" do reservatório e respectiva ligação;

Tomando como objectivo a análise dos custos previsíveis de cada componente, considera-se que são aproveitadas as águas de duas cabines de duche para alimentação de outros tantos autoclismos.

A canalização de recolha poderá ser, por exemplo, em PVC, à semelhança do que é usual nas redes de saneamento. Uma vez que os ramais de ligação dos tubos de queda terão que existir em qualquer caso, o acréscimo de custo desta solução resumir-se-á, provavelmente, ao do tubo de queda Φ 40mm e da ligação deste ao reservatório.

A extensão deste circuito poderá estar compreendida entre 7 a 12 metros, aproximadamente, se se considerar, por exemplo, uma moradia com 2 pisos e a respectiva ligação ao reservatório exterior subterrâneo a implantar no logradouro.

O preço unitário, incluindo IVA e mão-de-obra, poderá ser estimado em cerca de 10 Eur/ml. Deste modo, o fornecimento e colocação da tubagem perfaz entre 70 a 120 Eur.

O reservatório é muito pequeno, com dimensões em planta de 0,60x 0,60 m^2 e altura de 0,75 m, o que totaliza 270 litros (volume útil de cerca de 200 litros).

Trata-se de uma pequena caixa a construir com paredes de tijolo, rebocadas e impermeabilizadas interiormente com argamassa hidrofugada com tampa em ferro fundido, semelhantes às caixas de saneamento e águas pluviais correntes. O seu custo avalia-se entre 60 a 75 Eur.

Os preços das electrobombas têm decrescido significativamente, sendo possível a sua aquisição em grandes superfícies comerciais.

Para a potência prevista, estima-se que a electrobomba, RAC e ligações eléctricas possam custar no seu conjunto, cerca de 100 Eur.

O circuito de alimentação dos dois autoclismos terá uma extensão compreendida entre 8 a 13 metros, analogamente ao de recolha de águas, acrescido de 1 metro, considerando o abastecimento ao autoclismo a cerca de 1 metro acima do pavimento, o que corresponderá, provavelmente a um acréscimo de custo relativamente à solução tradicional de 40 a 65 Eur.

Finalmente, estima-se que o "trop plein" poderá custar cerca de 20 a 60 Eur, uma vez que a extensão poderá ser significativamente variável.

Face ao descrito, o acréscimo de custo relativamente à solução tradicional deverá situar-se entre 290 e 420 Eur.

Considerando uma família de 4 pessoas, o sistema poderá permitir uma poupança de 200 litros por dia.

Admitindo 340 dias de utilização, para atender a férias e outras ausências, (aproximadamente equivalente a 93% da utilização máxima de 365 dias) obtém-se um volume de 68 m^3/ano, o que poderá representar uma poupança superior a 270 Eur/ano.

Para elevar 68 m^3 de água a uma altura manométrica de 14 metros o consumo de energia é calculado do seguinte modo, considerando uma altura manométrica média de 19 m.c.a.:

$$E = \frac{9{,}8 \, x \, 68 \, x \, 19}{3600 \, x \, 0{,}60} = 6 \, kWh$$

O custo é irrelevante, equivalente a cerca de 0,60 Eur/ano (0,1 Eur/kWh). As restantes despesas de exploração e manutenção são pouco significativas. De facto, se se admitir que o sistema exige o trabalho de 1 hora/ano de pessoal pouco especializado, significa que se obtém um custo de cerca de 7,5 Eur /ano.

Consequentemente, a diferença entre a receita e a despesa anual poderá ser aproximadamente igual a 265 Eur /ano, pelo que o tempo de amortização deste sistema deverá situar-se entre 1,1 anos e 1,6 anos, o que demonstra constituir uma solução economicamente atraente.

Na hipótese da solução se generalizar, haveria ainda que contabilizar a poupança pública, considerando a redução do custo da rede de drenagem das águas residuais, bem como o da ETAR e respectiva exploração.

6.3. Sistema centralizado, com reservatório inferior e fluxómetro (CRIF)

O reaproveitamento das águas cinzentas no interior de um edifício introduz um facto novo, que poderá ser importante: a possibilidade de gerir os caudais conforme mais interessar, sem estar dependente das condições possibilitadas pela rede pública. Assim, poderá pensar-se na hipótese de substituir os autoclismos por fluxómetros, opção difícil a partir da rede pública, quer pelos caudais, quer pelas pressões que exigem.

Esta solução, designada por "Sistema centralizado com reservatório inferior e fluxómetro (CRIF)" encontra-se esquematizada na Figura 52:

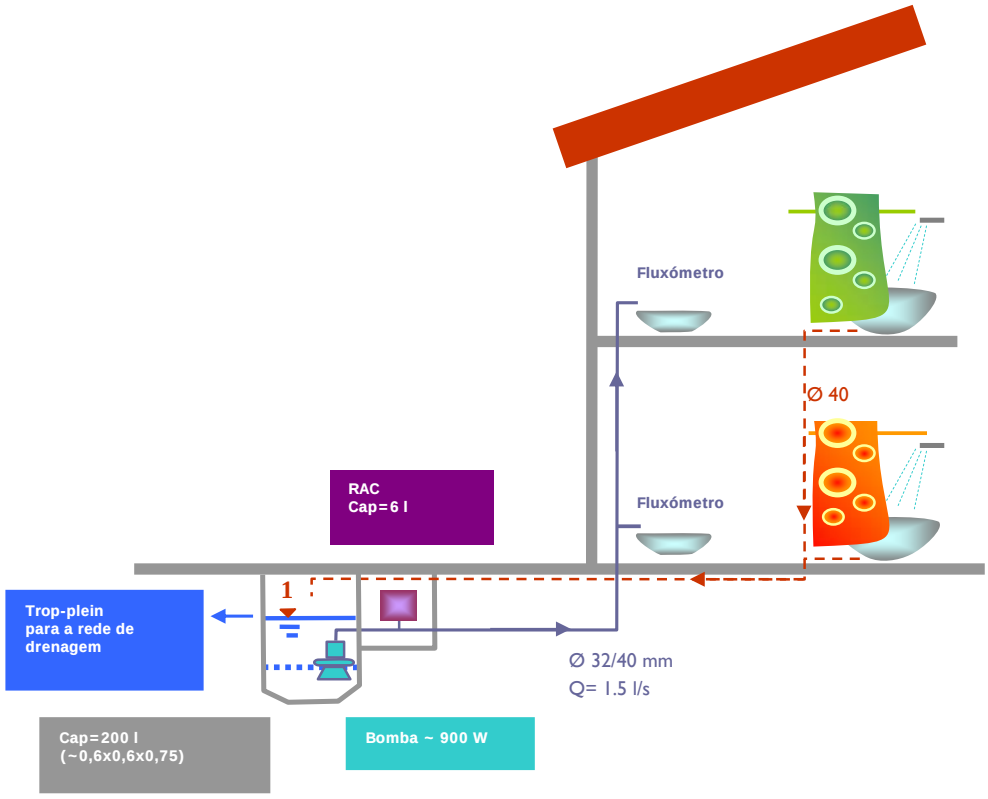


Figura 52 – Sistema C.R.I.F.

Em termos conceptuais é muito semelhante à solução CRIA, com a diferença de existirem fluxómetros em vez de autoclismos, sendo também muito maiores os diâmetros das tubagens e a potência da bomba.

O Decreto Regulamentar n. 23/95, de 23 de Agosto, exige um caudal mínimo de utilização para o abastecimento de uma sanita com fluxómetro de 1,5 l/s.

Considerando uma tubagem Φ 32mm, a perda de carga poderá ser:

$\Delta h = 1,5 \times j \times l = 1,5 \times 0,144 \times 10 \approx 2$ m.c.a

O mesmo Decreto exige uma pressão mínima de 20 m.c.a, pelo que:

Hmin = 5 + 2 + 20 = 27 m.c.a

Considerando um diferencial de 10 m.c.a.,

Hmáx = 37 m.c.a

e Hméd = 32 m.c.a.

Logo, a potência da bomba deverá ser:

$$P = \frac{9800 x 1,5 x 10^{-3} x 37}{0,60} = 907W$$

De forma análoga à exposta anteriormente para o modelo CRIA, analisam-se de seguida os custos desta solução:

a) Tubagem de recolha da água dos duches: 70 Eur a 120 Eur.
b) Reservatório

   O reservatório deverá ser um pouco maior que no sistema CRIA, admitindo-se um custo compreendido entre 80 Eur e 100 Eur.
c) Electrobomba e acessórios

   Para esta potência estima-se um custo de 200 Eur.
d) Circuito de alimentação de fluxómetros: 85 Eur a 120 Eur.
e) Fluxómetros: 2x25 = 50 Eur.
f) "Trop-plein" : 20 a 60 Eur.
g) Dedução do custo de fornecimento e colocação de bacias de autoclismos e respectivos equipamentos: 2x70 Eur = -140 Eur

Consequentemente, o acréscimo do custo em relação a uma solução tradicional deverá ser da ordem dos 365 Eur a 510 Eur.

A poupança anual prevista e os respectivos custos de exploração serão similares aos do sistema CRIA, resultando num valor líquido de cerca de 265 Eur/ano. O prazo de amortização deverá ser, então, de 1,4 anos a 1,9 anos.

Apesar desta solução ser ligeiramente mais dispendiosa que outras já analisadas, reúne, no entanto, vantagens relevantes:

i) Dispensando-se a bacia do autoclismo, o espaço ocupado pela sanita torna-se menor, o que se revela interessante quando não se dispõe de grandes áreas de implantação para as instalações sanitárias;

ii) A solução dispensa os autoclismos nas casas de banho e a consequente retenção das águas cinzentas;

iii) Ficam eliminadas as frequentes perdas de água nas bacias dos autoclismos.

6.4. Sistema individual (I)

Em princípio, o sistema individual poderia ser conforme se esquematiza na Figura 53

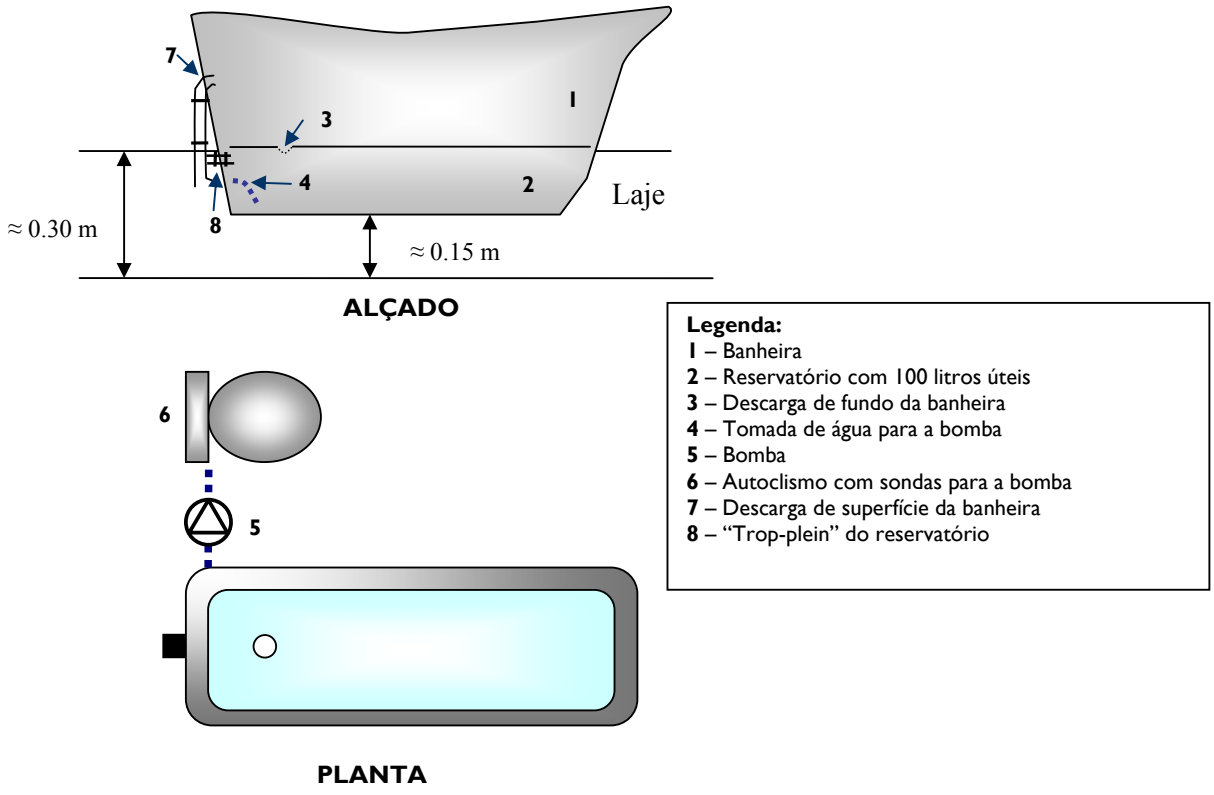


Figura 53 – Sistema individual

Sob a banheira seria instalado um reservatório com cerca de 1,5 m de comprimento, 0,4 m de largura e 0,20 m de altura, o que totaliza um volume de 120 litros. Nem toda esta capacidade pode ser aproveitada, devido ao espaço para o "trop-plein" e tomada de água, pelo que a capacidade útil deverá ser aproximadamente 100 litros.

Existem várias hipóteses construtivas para este reservatório: fundido simultaneamente com a banheira, ou posteriormente soldado (ou colado) à mesma.

Uma vez que uma laje de pavimento, incluindo os respectivos acabamentos, assume usualmente uma espessura de 0,30 m, ainda sobrará uma altura de 0,15 m após a inserção do reservatório.

A comunicação entre os dois vasos far-se-ía pela descarga de fundo da banheira, provido de uma rede de protecção.

A bomba tem dimensões reduzidas, cerca de 0,12 x 0,06 x 0,06 m^3, pelo que, em princípio, ficaria a nível do pavimento, localizada sob o autoclismo, à vista, ou dentro de uma pequena caixa. Seria ainda mais fácil de instalar um modelo que funcionasse com aspiração, permitindo um maior aproveitamento da capacidade do reservatório. Contudo, se tiver de funcionar em carga também será possível embutir no pavimento uma pequena caixa para a sua instalação. As tubagens seriam de pequeno diâmetro, da ordem dos 10 mm.

Considerando um caudal de 0,1 l/s, uma altura manométrica de 1 metro e um rendimento de 0,5, obtém-se uma potência de:

$$\mathrm{P} = \frac{9800\,x\,0{,}1x10^{-3}\,x1}{0{,}50} = 2W$$

Ou seja, trata-se de uma bomba miniatura, semelhante às que se usam em pequenas fontes ornamentais e ilustrada na Figura 32. O consumo associado seria insignificante.

O comando da bomba seria feito a partir de vulgares sondas de nível, instaladas na bacia do autoclismo, com eventual incorporação de um aviso óptico com o objectivo de informar quando for necessário, o reforço de água a partir da rede pública. Este poderá ser sempre feito mediante a simples abertura da torneira que alimenta a banheira. No entanto, essa necessidade deverá ser pouco frequente.

O reservatório de água do duche deverá ser equipado com um "trop plein", o qual poderá ser ligado ao da banheira. Convirá ainda ligar o reservatório à coluna de ventilação da casa de banho.

Em princípio, o sistema não deverá desenvolver odores desagradáveis, conforme se depreende dos testes realizados em duas habitações (Capítulo 5). Contudo, se se notar essa tendência, poderão ser utilizados produtos semelhantes aos que se usam em piscinas, à base de cloro e bromo e, eventualmente sob a forma de tabletes, para eliminação de odores. Estes produtos contribuem ainda para reforçar a desinfecção já proporcionada pelos detergentes.

A aspiração da bomba poderá ser suficiente para evitar a acumulação de depósitos. Em complemento, o armazenamento esporádico da água na banheira, seguido da abertura da descarga de fundo, deverão dar origem a um movimento que eleva os sedimentos, facilitando a sua remoção pela bomba. De resto, em caso de necessidade poderá introduzir-se, por exemplo, um arame, através da descarga de fundo, com o objectivo de provocar a suspensão de eventuais sedimentos.

O acréscimo de custo desta solução pode ser estimado do seguinte modo:

a) *Reservatório com 120 litros*

Uma vez que uma banheira corrente custa ao público cerca de 100 Eur, estima-se que o reservatório, bastante mais pequeno, poderá resultar num acréscimo de custo de 50 Eur, incluindo acessórios (muito poucos).

b) *Bomba e equipamento acessório*

Encontram-se no mercado bombas-miniatura com um custo aproximado de 20 Eur. Se incluirmos a sonda, o custo global poderá ser de 30 Eur.

c) Em contrapartida, será dispensável a válvula automática de flutuador que controla a admissão nos autoclismos tradicionais. O seu custo ronda os 13 Eur.

Consequentemente, o acréscimo global estima-se em 67 Eur aproximadamente.

Considerando que um casal poderá poupar cerca de 100 litros por dia (consumo individual de 50 litros por pessoa por dia para autoclismos) e se se admitirem 340 dias de utilização por ano, atendendo a férias e outras ausências, obtém-se um volume de 34 m^3/ano, o que poderá representar uma poupança superior a 120 Eur/ano. Isto é, o sistema ficará amortizado em cerca de meio ano, o que torna a solução bastante atractiva sob o ponto de vista económico. Isto considerando apenas uma casa de banho. Quanto maior o número de habitantes na casa e, consequentemente, o das casas de banho, maior será a poupança.

6.5. Sistema centralizado, sem autoclismos e sem fluxómetros (CSAF)

6.5.1. Experiências

Conforme se referiu, a possibilidade de se dispor de uma origem de água (reservatório de água cinzenta) dentro da própria habitação, oferece novas perspectivas em termos de concepção dos sistemas de limpeza das sanitas. Pode inclusivamente perguntar-se: porque não limpar as sanitas com água bombada directamente do reservatório, sem interposição de autoclismos ou fluxómetros?

O funcionamento seria o seguinte:

1º - A tubagem de alimentação das sanitas estaria permanentemente pressurizada por um reservatório de ar comprimido acoplado à bomba.

2º - Quando necessário, o utilizador abriria uma válvula que permitiria a descarga para a sanita.

Um tal sistema dispensa as bacias de autoclismo e também os fluxómetros, com as vantagens conhecidas.

Trata-se de uma solução inovadora, pelo que se impunha verificar como se processa a descarga dos dejectos das sanitas. Para o efeito, foi possível contar com condições favoráveis proporcionadas por uma moradia, com caixa de visita localizada na garagem.

Uma bacia de sanita foi colocada na garagem da moradia, directamente sobre uma caixa de visita (Figura 54), sendo a descarga dos dejectos efectuada por intermédio de uma mangueira alimentada por uma boca de rega e descarregada no orifício onde normalmente se insere a saída do autoclismo.

Figura 54 – Sistema C.S.A.F.

Isto é, não se alteraram as condições correntemente utilizadas para distribuir a água na bacia da sanita.

O caudal debitado pela mangueira era de 0,6 l/s, medido pelo método volumétrico, com enchimento de um balde de 12 litros.

Foram realizadas experiências com todo o realismo, com dejectos verdadeiros. Inicialmente só se conseguia a descarga de dejectos ao fim de cerca de 25 segundos, visto que a distribuição da água era efectuada de forma convencional, através de um canal em toda a periferia da sanita.

Entretanto, verificou-se que a descarga se processava mais rapidamente criando um jacto a incidir nos limites da água da bacia, conforme mostra a Figura 55.

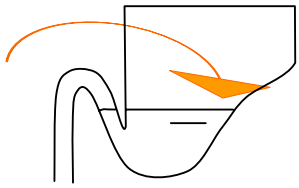


Figura 55 – Esquema da descarga

Passou então a utilizar-se esta metodologia, a qual foi testada 30 vezes, tendo-se concluído o seguinte:

1º O caudal de 0,60 l/s era suficiente;

2º O valor médio encontrado para o tempo de descarga foi de 7 segundos, com um desvio padrão aproximadamente igual a 3 segundos;

3º Em média o volume de água necessário foi de 4,2 litros.

4º Os dejectos maiores eram mais fáceis de remover, o que talvez se deva à maior velocidade de passagem da água na secção contraída, em virtude de maior obstrução. A força exercida pela água é proporcional ao quadrado da velocidade, pelo que cresce mais rapidamente que o peso dos dejectos.

Prevê-se que mais ensaios deste tipo sejam bastante instrutivos e permitam significativas simplificações em relação à limpeza de sanitas:

1º - Desde que se disponha de um caudal razoável, não são necessários autoclismos nem fluxómetros, o que permite economia, menor atravancamento, menores caudais instantâneos, menores diâmetros e menores perdas de água, e dispensa de retenção de águas cinzentas na casa de banho;

2º - Esse caudal poderá ser da ordem de 0,6 l/s, muito inferior ao previsto no Art. 90.º do Decreto Regulamentar n.º 23/95, que preconiza 1,5 l/s. Isto significa que não é difícil providenciar esse caudal e que o diâmetro da tubagem da alimentação poderá ser da ordem dos 20 mm a 25 mm;

3º - O sistema mais eficiente consiste em orientar o jacto conforme mostra a Figura 55;

4º - O volume necessário para a remoção dos dejectos fecais é da ordem dos 4 litros, muito inferior aos valores por norma utilizados. Trata-se de um valor mesmo inferior ao praticado com autoclismos modernos. Isto abre perspectivas para muito significativas poupanças de água, com vantagens quer para os consumidores, quer para a comunidade.

6.5.2. Dimensionamento da solução CSAF

O que agora varia em relação a outras soluções já analisadas é o diâmetro da tubagem de alimentação das sanitas e a potência da bomba.

Uma vez que o caudal da bomba é de 0,6 l/s, sugere-se um diâmetro da ordem dos 20 mm a 25 mm.

Perda de carga para Φ 20 mm:	1,5 x j x l = 1,5 x 0,275 x 10 = 4 m.c.a
Pressão mínima:	5 + 4 + 10 = 19 m.c.a.
Pressão máxima:	19 + 10 = 29 m.c.a.
Pressão média:	19 + 5 = 24 m.c.a.

$$P = \frac{9800 x 0{,}6 x 10^{-3} x 29}{0{,}60} = 284 W$$

6.5.3. Análise económica da solução CSAF

Passa-se agora à análise económica desta solução, com recurso a elementos já atrás justificados:

a) Tubagem de recolha de água dos duches: 70 Eur a 120 Eur

b) Reservatório 80 Eur a 100 Eur

c) Electrobomba e acessórios 150 Eur

d) Circuito de alimentação das sanitas: 70 Eur a 100 Eur

e) "Trop-plein" 20 a 60 Eur

f) Dedução do custo de fornecimento e colocação de bacias de autoclismos e respectivos equipamentos:

2 x 70 Eur = -140 Eur

Assim, o acréscimo de custo em relação a uma solução tradicional deverá ser da ordem de 250 Eur a 390 Eur, o que corresponde a prazos de amortização de cerca de 1,0 anos a 1,5 anos, considerando 2 casas de banho e 4 utilizadores.

Capítulo VII

Síntese e conclusões

1 - É irrefutável a necessidade de um uso mais eficiente de água. A consciencialização dos cidadãos para a sua inevitável e progressiva escassez contribuirá para uma maior e melhor racionalização do uso deste insubstituível recurso.

2 - A actuação dos consumidores através de pequenas remodelações possíveis de efectuar nas suas casas e alterando hábitos e comportamentos constitui um benefício para todas as formas de vida que dependem da água.

A eficiência na gestão da água é um imperativo ambiental, sendo conseguida mediante a poupança no consumo e tomando um conjunto de medidas que passam quer pela substituição de equipamentos, quer pela aquisição de modelos de baixo consumo, ou outras soluções alternativas.

3 – Descreveram-se de forma sintética, para fácil consulta, as medidas preconizadas pelo Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água. As de maior impacte económico no sector urbano são as seguintes: adequação da utilização do chuveiro; substituição ou adaptação dos chuveiros; adequação da utilização de autoclismos; substituição ou adaptação de autoclismos; adequação de utilização de torneiras. O P.N.U.E.A. refere ainda a adequação da utilização da máquina de lavar louça e da máquina de lavar roupa.

4 – Nalguns países as águas cinzentas são utilizadas para rega. Parece aconselhável recorrer a um pré-tratamento em função das características do efluente e das espécies a regar. O P.N.U.E.A. também aconselha medidas para adequação da gestão da rega em jardins e similares, incluindo a gestão do solo e das espécies plantadas.

5 – Nas novas instalações da F.E.U.P. existem 219 autoclismos e 87 torneiras não temporizadas. Sendo a factura média mensal de 7.500 Eur, o gasto anual será cerca de 90.000 Eur. A substituição do equipamento, orçamentada em 15.500 Eur, aproximadamente, permite poupar cerca de 14.000 m^3 de água por ano, correspondente a 44.000 Eur na facturação, de acordo com os dados de 2006. A amortização deste investimento poderá, assim, ser conseguida num prazo de 6 meses, considerando 2 meses de adaptação para os consumidores e 4 meses de amortização do equipamento.

6 – Das experiências realizadas com a água do duche pode concluir-se que, em média, a duração do mesmo é de 7 minutos, gastando os homens 44 litros e as mulheres 64 litros, o que corresponde a uma média de 54 litros.

Durante as experiências realizadas desenvolveu-se um método para estimar as concentrações de detergentes.

Relativamente ao consumo de champôs e sabonetes, os homens consomem 1,5 ml/d e as mulheres 3,2 ml/d, obtendo-se uma média de 2,4 ml/d. As concentrações de produtos de banho obtidas, incluindo os homens e as mulheres, correspondem a uma média de 44 ppm.

De acordo com as experiências realizadas, a filtração, só por si, não reduz o teor daqueles produtos.

7 – Realizaram-se ensaios bacteriológicos para analisar o teor de coliformes fecais das águas do duche. Para um indivíduo do sexo masculino encontraram-se 124 ufc/100 ml e para outro indivíduo do sexo feminino encontraram-se 430 ufc/100 ml. No entender da autora, valores desta ordem de grandeza não serão de molde a suscitar preocupação relativamente à reutilização de águas do duche para limpeza de sanitas.

8 - Foi testado o sistema de reutilização de água do duche para autoclismos em duas habitações. Concluiu-se que, em princípio, aquelas águas podem ser usadas em sanitas, não tendo sido registados cheiros desagradáveis nem excesso de espuma. Por outro lado, será de contar com o efeito desinfectante dos produtos usados nos banhos. Em qualquer dos casos, ressalve-se que as considerações sobre a composição da água cinzenta deverão ter em atenção não só os produtos utilizados durante o consumo da água mas também a composição da água potável, cujas características variam de local para local.

9 – Experimentou-se, também, a reutilização de água do duche para rega de duas espécies de plantas de interior, com flor e sem flor, respectivamente, roseira e begónia.

Durante um período de 2 meses as plantas não apresentaram reacções adversas.

10 – Desenvolveram-se algumas soluções alternativas para reutilização da água dos duches em autoclismos. A capacidade do reservatório deverá ser da ordem dos 50 litros por utilizador, tendo sido concebido um sistema para uma família de 4 pessoas. A tubagem de compressão foi projectada com um diâmetro de 10/12mm, exigindo uma bomba com uma potência de 40 W. O respectivo custo de energia é insignificante.

O custo de investimento deste sistema foi estimado num acréscimo médio de 290 Eur a 420 Eur e permite poupar 68 m^3/ ano, deduzindo-se que poderá ser amortizado num prazo de 1,1 a 1,6 anos de acordo com dados de 2006.

11 – O facto de se dispor de uma bomba permite fazer a descarga na sanita directamente, sem interposição de autoclismo, uma vez que garante o caudal necessário. Um fluxómetro poderá ser a solução, sendo este sistema amortizável num prazo de 1,4 a 1,9 anos, mas outras existem.

12 – Testaram-se os caudais e volumes necessários para a limpeza de sanitas. Uma campanha experimental mostrou que um caudal de 0,6 l/s actuando durante 7 segundos é suficiente. Isto representa um volume de apenas 4,2 litros, inferior à prática corrente.

Concluiu-se, ainda, que para a sanita utilizada, o sistema de descarga mais eficiente consistia no lançamento quase na fronteira entre a água e a louça, ao invés de uma distribuição ao longo de toda a periferia da bacia. As experiências foram realizadas sem fluxómetro, concluindo-se que este é dispensável.

Uma solução poderá ser, então, a reunião das águas do duche num reservatório e sua bombagem directa para a sanita, com um caudal de 0,6 l/s. Economiza-se o espaço e o custo das bacias dos autoclismos e respectivo equipamento. Esta parece ser a solução centralizada mais interessante.

13 - Outra solução muito promissora parece ser a junção de águas de chuvas com água de duche, pois permite aumentar a quantidade de água reutilizável e diluir cargas poluentes. O reforço com água da rede pode ser efectuado de forma segura, abrindo a torneira da banheira quando necessário.

14 – Todavia, uma solução individual para cada casa de banho poderá ser mais atraente em muitos casos. Isso obriga, contudo, a criar um pequeno depósito dentro da casa de banho. Apresentou-se uma ideia para esse efeito, a qual se julga com potencial para vir a ser desenvolvida pelos fabricantes de banheiras.

Espera-se que o presente trabalho possa de alguma forma contribuir para o desenvolvimento da investigação neste domínio em Portugal, uma vez que parece ser ainda muito incipiente.

De um modo mais lato, este estudo insere-se na problemática das redes duais (ou duplas), que já são uma realidade em vários países, embora, em geral, funcionem com efluentes tratados em ETARS centralizadas, abordando também, evidentemente, a área das soluções descentralizadas. Existe, portanto, um largo campo de investigação a desenvolver.

Em termos mais próximos deste trabalho seria interessante a colocação em prática de algumas das soluções propostas e sua monitorização durante um período de tempo alargado.

Sugere-se, ainda, a intensificação de contactos com entidades oficiais e fabricantes de equipamentos, com vista à generalização de uma prática que se julga reunir bom potencial económico e ambiental.

ANEXOS

Facturação da entidade SMAS

Resultado dos ensaios

Agora é mais fácil saber o tarifário de cada serviço requisitado aos SMAS. Consulta as nossas tabelas.

Tarifários

Explicação da Factura

Form Pag

Águas Residuais Domésticas

Consulte também os tarifários de consumo de água.

Tarifas de Consumo

Em vigor desde 1.Janeiro.2006

Designação	Escalão	€/m3	Obs.
Consumo Doméstico	(0-5) m3	0,23	
	(6-15) m3	0,36	
	(16-20) m3	0,65	
	> 20 m3	1	
Funcionários CMP / SMAS		0,23	
Bairros (Ilhas)		0,23	
Bonificadas / Instituições		0,23	
Comércio e Indústria	(0-50) m3	0,58	
	(51-200) m3	0,64	
	> 200 m3	0,72	
Hospitais		0,58	
Serviços Públicos Estatais		0,58	
Câmara / Juntas de Freguesia		0,58	
Organizações Desportivas		0,23	
Piscinas Municipais e Utilidade Publica		0,23	
Ordens e Hospitais Particulares	(0-50) m3	0,58	
	(51-200) m3	0,64	
	Superior a 200 m3	0,72	
Familiar	(0-8) m3	0,23	Família c/5 pessoas
	(9-18) m3	0,36	
	(19-23) m3	0,65	
	Superior a 23 m3	1	
	(0-11) m3	0,23	Família c/6 pessoas
	(12-21) m3	0,36	
	(22-26) m3	0,65	
	Superior a 26 m3	1	
	(0-14) m3	0,23	Família c/7 pessoas
	(15-24) m3	0,36	
	(25-29) m3	0,65	
	Superior a 29 m3	1	
	(0-17) m3	0,23	Família c/8 pessoas
	(18-27) m3	0,36	
	(28-32) m3	0,65	
	Superior a 32 m3	1	
	(0-20) m3	0,23	Família c/9 pessoas
	(21-30) m3	0,36	
	(31-35) m3	0,65	
	Superior a 35 m3	1	
	(0 a A) m3	0,23	Família c/n pessoas
	(A+1 a A+10) m3	0,36	Nota: A=(n-4
	(A+11 a A+15) m3	0,65	
	Superior a A+15 m3	1	

mais... Tarifas de Consumo

Tarifas de Disponibilidade de Ligação

Distribuição de Água

Consulte também os tarifários das Águas Residuais Domés

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO
NIPC 680 023 747

Solicitamos o pagamento desta(s) factura(s) até à data abaixo indicada.
Atendimento Comercial:800206235(2ª/6ª-9h/16h);Fax:225372014
Provedor do Cliente:225188998;Fax225189000
Avarias:Águas 225103760(8h/17h30);Saneamento
225103953(2ª/6ª-8h.30/22.30h) Urgencias(Periodo Nocturno):225190800

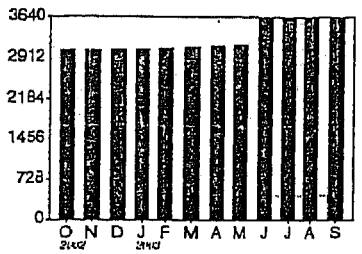
TITULAR DO CONTRATO / MORADA DO LOCAL DE CONSUMO
FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO

Nº FISCAL
600027716

Nº CLIENTE
790786

FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP 7907660929
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO
4200 PORTO

GRÁFICO DE FACTURAÇÃO (Eur)



TARIFA
ESTADO

PERÍODO DE FACTURAÇÃO
2003-08-18 a 2003-09-16

Nº FACTURA
3001681761

TIPO DE CONSUMO	CONTADOR	LEITURA ANTERIOR 2003-07-15	LEITURA ACTUAL	TIPO DE LEITURA	COEF. MULT.	CONSUMO (m³)	CONSUMO ESTIMADO ANTERIOR (m³)
AGUA	2231396	41015		ESTIMADA	1,00	1250	0

EXPLICAÇÃO DE VALORES (1,0 MES)

Esc. (M3)	QTD (M3)	Agua	Sanm	Resd
> 0	1250,0	1,930000	0,530000	0,300000

CONCEITOS	TOTAL (EURO)	— PERÍODO ANTERIOR (EURO)	= LÍQUIDO (EURO)	CÓD. IVA
CONSUMO AGUA	2 412,50	0,00	2 412,50	1
TAR DISPONIBIL(1,0)	55,20	0,00	55,20	1
SANEAMENTO	662,50	0,00	662,50	
DISP SANEAMENTO(1,0)	2,01	0,00	2,01	
RESIDUOS SOLIDOS	375,00	0,00	375,00	
DISP RESIDUOS(1,0)	6,00	0,00	6,00	
IVA 1	0,00	0,00	123,39	

IVA 1 (5,0% s/ 2 467,70 = 123,39)

TOTAL (EURO) € 3 636,60

DD n.21156
Pelo pagamento
3.10.03 Fluca.

APOS DATA LIMITE DE PAGAMENTO DISPOE DE MAIS 15 DIAS PARA EFECTUAR PAGAMENTO VOLUNTARIO,ACRESCIDO DE JUROS MORA.

Comunicação de leituras. 000000.0 CONTADOR
Período de 07/10 a 13/10
Telef. 800 216 216
Ref. 7907 860 277

Nº DO DOCUMENTO	DATA DE EMISSÃO	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27030910737107777	2003-09-29	2003-10-20	€ 3 636,60 EURO

TALÃO DE CONTROLO

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO

TALÃO DE LEITURA ÓPTICA

PAGÁVEL NOS BALCÕES/AGENTES CTT/EDP,MULTIBANCO,PAYSHOP,SMAS PORTO

PAGAMENTO POR MULTIBANCO

ENTIDADE 20815
REFERÊNCIA 005 765 427
MONTANTE 3 636,60 EURO

O TALÃO EMITIDO PELO CAIXA AUTOMÁTICO FAZ PROVA DE PAGAMENTO CONSERVE-O.

00000057
42762010
897 003
6607 14

0005765427601000036366003102064

Nº DO DOCUMENTO	Nº CLIENTE	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27030910737107777	790786	2003-10-20	€ 3 636,60 EURO

RESERVADO A MARCAÇÃO ÓPTICA: NÃO DOBRAR, NÃO ESCREVER, NÃO CARIMBAR. NÃO AGRAFAR

00000000576542762010 30 897 003636607 14

SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO
NIPC 680 023 747

O nosso objectivo é melhorar o serviço que lhe prestamos, em cada dia.
Atendimento Comercial:800206235(2ª/6ª-9/16h);Fax:225372014
AVARIAS(2ª/6ª):Águas 225103760 (8/17.30 h); Saneamento 225103953 (8.30/22.30 h); Geral e Urgências (Período Nocturno): 225190800;Provedor do Cliente:225188998/Fax225189000(2ª/6ª-9/13+14/17H)

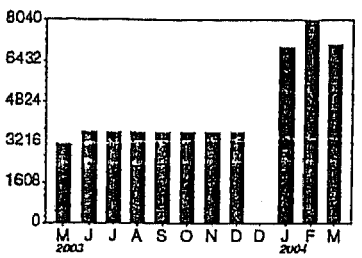
TITULAR DO CONTRATO / MORADA DO LOCAL DE CONSUMO
FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO

Nº FISCAL
600027716

Nº CLIENTE
790786

FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP 7907860326
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO
4200 PORTO

GRÁFICO DE FACTURAÇÃO (Eur)



EXPLICAÇÃO DE VALORES (1,0 MES)

Esc.(M3)	QTD(M3)	Agua	Sanm	Resd
> 0	2367,0	2,010000	0,550000	0,300000

IVA 1 (5,0% s/ 4 814,00 = 240,70)

TARIFA
ESTADO

PERÍODO DE FACTURAÇÃO
2004-02-16 a 2004-03-15

Nº FACTURA
4001202579

TIPO DE CONSUMO	CONTADOR	LEITURA ANTERIOR 2004-02-16	LEITURA ACTUAL 2004-03-15	TIPO DE LEITURA	COEF. MULT.	CONSUMO (m³)	CONSUMO ESTIMADO ANTERIOR (m³)
AGUA	9359731	5079	7446	EMPRESA	1,00	2367	0

CONCEITOS	TOTAL (EURO)	—	PERÍODO ANTERIOR (EURO)	=	LÍQUIDO (EURO)	CÓD. IVA
CONSUMO AGUA	4 757,67		0,00		4 757,67	1
TAR DISPONIBIL(1,0)	56,33		0,00		56,33	1
SANEAMENTO	1 301,85		0,00		1 301,85	
DISP SANEAMENTO(1,0)	2,09		0,00		2,09	
RESIDUOS SOLIDOS	710,10		0,00		710,10	
DISP RESIDUOS(1,0)	6,00		0,00		6,00	
IVA 1	0,00		0,00		240,70	

TOTAL (EURO) **€ 7 074,74**

PAD nº 30634

☐ Bem entregue em boas condições
☒ Serviço realizado em boas condições

Pode-se Pagar
Data 2-1-04 Assin.

APOS DATA LIMITE DE PAGAMENTO DISPOE DE MAIS 15 DIAS PARA EFECTUAR PAGAMENTO VOLUNTARIO,ACRESCIDO DE JUROS MORA.

Comunicação de leituras.	000000.0	Telef. 800 216 216	Nº DO DOCUMENTO	DATA DE EMISSÃO	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
Período de 05/04 a 11/04	CONTADOR	Ref. 7907 860 277	27040310687617777	2004-03-26	2004-04-15	€ 7 074,74 EURO

TALÃO DE CONTROLO

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO

TALÃO DE LEITURA ÓPTICA

PAGÁVEL NOS BALCÕES/AGENTES CTT/EDP,MULTIBANCO,PAYSHOP,SMAS PORTO

PAGAMENTO POR MULTIBANCO

ENTIDADE 20815
REFERÊNCIA 041 148 327
MONTANTE 7 074,74 EURO

O TALÃO EMITIDO PELO CAIXA AUTOMÁTICO FAZ PROVA DE PAGAMENTO. CONSERVE-O.

00411483276010000707474040415 54

Nº DO DOCUMENTO	Nº CLIENTE	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27040310687617777	790786	2004-04-15	€ 7 074,74 EURO

RESERVADO A MARCAÇÃO ÓPTICA: NÃO DOBRAR, NÃO ESCREVER, NÃO CARIMBAR, NÃO AGRAFAR

0000000411483276150 44X 897 007074743 14

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO
NIPC 680 023 747

Estimado Cliente :
O nosso objectivo é melhorar o serviço que lhe prestamos, em cada dia.
INFORMACAO:Contratos/Facturação(2ª/6ª–9/16h)800206235(Só prefixo 22);Fax225372014–AVARIAS(2ª/6ª):Águas 225103768(8/17.30h);Saneamento 225103953(8.30/22.30h)– Geral/Urgências(Permanente):225190800–Provedor Cliente 225188998; Fax225189000(2ª/6ª–9/13+14/17h)

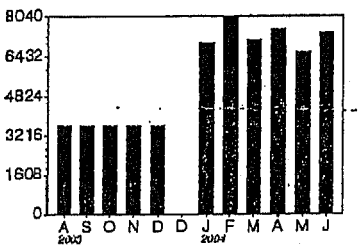
TITULAR DO CONTRATO / MORADA DO LOCAL DE CONSUMO
FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO

Nº FISCAL
600027716

Nº CLIENTE
790786

FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP 7907860622
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO
4200 PORTO

GRÁFICO DE FACTURAÇÃO (Eur)



TARIFA	PERÍODO DE FACTURAÇÃO	Nº FACTURA
ESTADO	2004-05-17 a 2004-06-17	4001460535

TIPO DE CONSUMO	CONTADOR	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ACTUAL	TIPO DE LEITURA	COEF. MULT.	CONSUMO (m³)	CONSUMO ESTIMADO -ANTERIOR (m³).
AGUA	9359731	12177 2004-05-17	14657 2004-06-17	EMPRESA	1,00	2480	0

EXPLICAÇÃO DE VALORES (1,0 MES)

Esc.	(M3)	QTD	(M3)	Agua	Samn	Resd
>	0	2480,0		2,010000	0,550000	0,300000

CONCEITOS	TOTAL (EURO)	— PERÍODO ANTERIOR (EURO)	= LÍQUIDO (EURO)	CÓD. IVA
CONSUMO AGUA	4 984,80	0,00	4 984,80	1
TAR DISPONIBIL(1,0)	56,33	0,00	56,33	1
SANEAMENTO	1 364,00	0,00	1 364,00	
DISP SANEAMENTO(1,0)	2,09	0,00	2,09	
RESIDUOS SOLIDOS	744,00	0,00	744,00	
DISP RESIDUOS(1,0)	6,00	0,00	6,00	
IVA 1	0,00	0,00	252,06	

IVA 1 (5,0% s/ 5 041,13 = 252,06)

TOTAL (EURO) € 7 409,28

PAD nº30634

☐ Bem entregue em boas condições
☒ Serviço realizado em boas condições

Pode-se Pagar
Data: 28-06-04 Ass.:

NESTA DATA A DIVIDA NESTE LOCAL DE CONSUMO E DE 6.621,78 CORRESPONDENTE AO DOCUMENTO DE 2004-05-17 .
ESTA SITUACAO QUE PODERA RESULTAR DE ESQUECIMENTO E REGULARIZAVEL NOS NOSSOS BALCOES.

Comunicação de leituras. 000000.0 CONTADOR
Período de 08/07 a 14/07
Telef. 800 216 216
Ref. 7907 860 277

Nº DO DOCUMENTO	DATA DE EMISSÃO	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27040610629117777	2004-06-22	2004-07-12	€ 7 409,28 EURO

TALÃO DE CONTROLO

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO

TALÃO DE LEITURA ÓPTICA

PAGÁVEL NOS BALCÕES/AGENTES CTT/EDP,MULTIBANCO,PAYSHOP,SMAS PORTO

PAGAMENTO POR MULTIBANCO

ENTIDADE 20815
REFERÊNCIA 058 430 527
MONTANTE 7 409,28 EURO

O TALÃO EMITIDO PELO CAIXA AUTOMÁTICO FAZ PROVA DE PAGAMENTO. CONSERVE-O.

0058430527601000074092804071229

Nº DO DOCUMENTO	Nº CLIENTE	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27040610629117777	790786	2004-07-12	€ 7 409,28 EURO

RESERVADO A MARCAÇÃO ÓPTICA: NÃO DOBRAR, NÃO ESCREVER, NÃO CARIMBAR, NÃO AGRAFAR

00000005843052761207 45 897 007 09281 14

00000005843052761207 45 897 007409281 14

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO
NIPC 680 023 747

Estimado Cliente :
A sua leitura só pode ser considerada se comunicada no periodo abaixo indicado.
INFORMACAO: Facturação/Contratos(2ª/6ª-9/16h)800206235 (Só prefixo 22); Fax225372014 - AVARIAS(2ª/6ª): Águas 225103760 (8/17.30h);Saneamento 225103953(8.30/22.30h)- Geral/Urgências(Permanente): 225190800

FACTURA / RECIBO

TITULAR DO CONTRATO / MORADA DO LOCAL DE CONSUMO
FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO

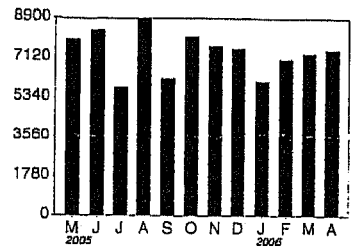
Nº FISCAL
600027716

Nº CLIENTE
790786

7907860508

FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO
4200 PORTO

GRÁFICO DE FACTURAÇÃO (Eur)



EXPLICAÇÃO DE VALORES (1,0 MES)

Esc.(M3)	QTD(M3)	Agua	Sanm	Resd
> 0	2384,0	2,130000	0,580000	0,300000

IVA 1 (5,0% s/ 5 137,27 = 256,86)

TARIFA
ESTADO

PERÍODO DE FACTURAÇÃO
2006-03-15 a 2006-04-13

Nº FACTURA
6001341781

TIPO DE CONSUMO	CONTADOR	LEITURA ANTERIOR 2006-03-15	LEITURA ACTUAL	TIPO DE LEITURA	COEF. MULT.	CONSUMO (m³)	CONSUMO ESTIMADO ANTERIOR (m³)
AGUA	2753852	35244		ESTIMADA	1,00	2384	0

CONCEITOS	TOTAL (EURO)	–	PERÍODO ANTERIOR (EURO)	=	LÍQUIDO (EURO)	CÓD. IVA
CONSUMO AGUA	5 077,92		0,00		5 077,92	1
TAR DISPONIBIL(1,0)	59,35		0,00		59,35	1
SANEAMENTO	1 382,72		0,00		1 382,72	
DISP SANEAMENTO(1,0)	2,20		0,00		2,20	
RESIDUOS SOLIDOS	715,20		0,00		715,20	
DISP RESIDUOS(1,0)	6,00		0,00		6,00	
IVA 1	0,00		0,00		256,86	

TOTAL (EURO) **€ 7 500,25**

PAD nº 57213

☐ Bem entregue em boas condições
☐ Serviço realizado em boas condições

Pode-se Pagar
Data 30-05-06 Ass.

DE A LEITURA DE FORMA RAPIDA E COMODA, ATRAVES DO NOVO SERVICO SMS. VEJA COMO EM WWW.SMASPORTO.PT
APOS DATA LIMITE DE PAGAMENTO DISPOE DE MAIS 15 DIAS PARA EFECTUAR PAGAMENTO VOLUNTARIO,ACRESCIDO DE JUROS MORA.

Nº DO DOCUMENTO	DATA DE EMISSÃO	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27060510188677777	2006-05-08	2006-05-29	€ 7 500,25 EURO

S. M. A. S. TALÃO DE CONTROLO
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO

TALÃO DE LEITURA ÓPTICA

PAGÁVEL NOS BALCÕES/AGENTES CTT/EDP,MULTIBANCO,PAYSHOP,SMAS PORTO

PAGAMENTO POR MULTIBANCO

ENTIDADE 20815
REFERÊNCIA 188 070 227
MONTANTE 7 500,25 EURO

O TALÃO EMITIDO PELO CAIXA AUTOMÁTICO FAZ PROVA DE PAGAMENTO. CONSERVE-O.

0000001880
7022762905
62 897 007
500254 14

0188070227601000007500250605291 2

Nº DO DOCUMENTO	Nº CLIENTE	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27060510188677777	790786	2006-05-29	€ 7 500,25 EURO

RESERVADO A MARCAÇÃO ÓPTICA: NÃO DOBRAR, NÃO ESCREVER, NÃO CARIMBAR, NÃO AGRAFAR

00000018807022762905 62 897 007500254 14

(1) Valor a pagar após data limite de pagamento
PROCESSADO POR COMPUTADOR (EDM - Sistemas Informáticos, S.A.)

FACTURA / RECIBO*

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO
NIPC 680 023 747

Estimado Cliente :
A sua leitura só pode ser considerada se comunicada no período abaixo indicado.
INFORMACAO: Facturação/Contratos(2ª/6ª--9/16h)800206235 (Só prefixo 22); Fax225372014 – AVARIAS(2ª/6ª): Águas 225103760 (8/17.30h);Saneamento 225103953(8.30/22.30h)– Geral/Urgências(Permanente): 225190800

TITULAR DO CONTRATO / MORADA DO LOCAL DE CONSUMO
FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO

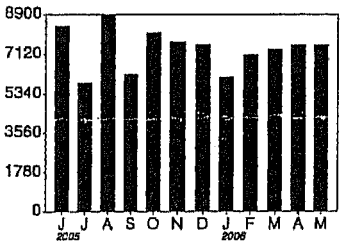
7907860602

FACULDADE ENGENHARIA PORTO DA UP
RUA DR ROBERTO FRIAS S/N
PORTO
4200 PORTO

Nº FISCAL
600027716

Nº CLIENTE
790786

GRÁFICO DE FACTURAÇÃO (Eur)



EXPLICAÇÃO DE VALORES (1,0 MES)

Esc. (M3)	QTD (M3)	Agua	Sanm	Resd
> 0	2384,0	2,130000	0,580000	0,300000

IVA 1 (5,0% s/ 5 137,27 = 256,86)

TARIFA	PERÍODO DE FACTURAÇÃO	Nº FACTURA
ESTADO	2006-04-13 a 2006-05-16	6001371418

TIPO DE CONSUMO	CONTADOR	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ACTUAL	TIPO DE LEITURA	COEF. MULT.	CONSUMO (m³)	CONSUMO ESTIMADO ANTERIOR (m³)
AGUA	2753852	2006-03-15 36244		ESTIMADA	1,00	2384	0

CONCEITOS	TOTAL (EURO)	– PERÍODO ANTERIOR (EURO)	= LÍQUIDO (EURO)	CÓD. IVA
CONSUMO ÁGUA	5 077,92	0,00	5 077,92	1
TAR DISPONIBIL(1,0)	59,35	0,00	59,35	1
SANEAMENTO	1 382,72	0,00	1 382,72	
DISP SANEAMENTO(1,0)	2,20	0,00	2,20	
RESIDUOS SOLIDOS	715,20	0,00	715,20	
DISP RESIDUOS(1,0)	6,00	0,00	6,00	
IVA 1	0,00	0,00	256,86	

TOTAL (EURO) **€ 7 500,25**

PAD nº 57213

☒ Bem entregue em boas condições
☐ Serviço realizado em boas condições

Para pagar
Data: 9-06-06 Assinatura

NESTA DATA A DIVIDA NESTE LOCAL DE CONSUMO E DE 7.500,25 CORRESPONDENTE AO DOCUMENTO DE 2006-04-13 .
ESTA SITUACAO QUE PODERA RESULTAR DE ESQUECIMENTO E REGULARIZAVEL NOS NOSSOS BALCOES.

Comunicação de leituras. 000000.X CONTADOR
Período de 06/06 a 12/06
Telef. 800 216 216
Ref. 7907 860 277

Nº DO DOCUMENTO	DATA DE EMISSÃO	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27060610070607777	2006-06-02	2006-06-22	€ 7 500,25 EURO

TALÃO DE CONTROLO

S. M. A. S.
SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS
ÁGUAS E SANEAMENTO
RUA BARÃO DE NOVA SINTRA, 285 - 4300 PORTO

TALÃO DE LEITURA ÓPTICA

PAGÁVEL NOS BALCÕES/AGENTES CTT/EDP,MULTIBANCO,PAYSHOP,SMAS PORTO

PAGAMENTO POR MULTIBANCO

ENTIDADE 20815
REFERÊNCIA 193 077 727
MONTANTE 7 500,25 EURO

0000001930
7772762206
68 897 007
500254 14

O TALÃO EMITIDO PELO CAIXA AUTOMÁTICO FAZ PROVA DE PAGAMENTO. CONSERVE-O.

0193077727601000007500250606 2245

Nº DO DOCUMENTO	Nº CLIENTE	DATA LIMITE PAGAMENTO	VALOR A PAGAR
27060610070607777	790786	2006-06-22	€ 7 500,25 EURO

RESERVADO A MARCAÇÃO ÓPTICA: NÃO DOBRAR, NÃO ESCREVER, NÃO CARIMBAR, NÃO AGRAFAR

00000019307772762206 68 897 007500254 14

PROCESSADO POR COMPUTADOR (EDINFO - smas informáticos, S.A.)

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Resultados das análises bacteriológicas

Requerente: Prof. Mário Valente Neves — **Colheita** — **Início da análise**

Localização: — **Dia** 10/07/06 — 10/07/06

Amostra: Água de banho - Mulher — **Hora** --- — ---

Observações

TESTES PRESUNTIVOS

Volume inoculado	Coliformes totais mEndoLesAgar (35 ± 0,5 °C) 24h ± 1h				Coliformes fecais mFCAgar (44,5 ± 0,2 °C) 24h ± 1h				Estreptococos fecais mEnterococcusAgar (35 ± 0,5 °C) 48h ± 2h			
	ufc brilho metálico		ufc duvidosas		ufc azuis		ufc duvidosas		ufc castanho/rosadas		ufc duvidosas	
50 mL	-	-	-	-	TMTC	TMTC	-	-	-	-	-	-
10 mL	-	-	-	-	41	45	0	0	-	-	-	-

TMTC – too much to count

TESTES CONFIRMATIVOS

(O) Origem e descrição da ufc	Coliformes totais (35 ± 0,5 °C) 48h ± 2h			Coliformes fecais (44,5 ± 0,2 °C) 48h ± 2h		Estreptococos fecais (35 ± 0,5 °C) 24h ± 2h		
	(O)	LTB	BGB2%	(O)	EC	(O)	BEA	Catalase
	BM			A	+	CR		
	E			CZ	+			
				RS	+			

\+ teste positivo
\- teste negativo

RESULTADOS FINAIS

Coliformes totais	ND	ufc/100 ml
Coliformes fecais	430	ufc/100 ml
Estreptococos fecais	ND	ufc/100 ml
Salmonelas	ND	Presença/ausência

ufc – unidades formadoras de colónias

ND – não determinado

Técnica analista
Ana Isabel Gomes
Ana Isabel Gomes

Responsável pela análise
Dr. Rui Boaventura

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Resultados das análises bacteriológicas

Requerente: Prof. Mário Valente Neves — **Colheita** — **Início da análise**

Localização: — **Dia** 10/07/06 — 10/07/06

Amostra: Água de banho - Homem — **Hora** --- — ---

Observações

TESTES PRESUNTIVOS

Volume inoculado	Coliformes totais mEndoLesAgar (35 ± 0,5 °C) 24h ± 1h				Coliformes fecais mFCAgar (44,5 ± 0,2 °C) 24h ± 1h				Estreptococos fecais mEnterococcusAgar (35 ± 0,5 °C) 48h ± 2h			
	ufc brilho metálico		ufc duvidosas		ufc azuis		ufc duvidosas		ufc castanho/rosadas		ufc duvidosas	
50 mL	-	-	-	-	55	50	8	11	-	-	-	-
10 mL	-	-	-	-	7	5	17	17	-	-	-	-

TMTC – too much to count

TESTES CONFIRMATIVOS

(O) Origem e descrição da ufc	Coliformes totais (35 ± 0,5 °C) 48h ± 2h			Coliformes fecais (44,5 ± 0,2 °C) 48h ± 2h		Estreptococos fecais (35 ± 0,5 °C) 24h ± 2h		
	(O)	LTB	BGB2%	(O)	EC	(O)	BEA	Catalase
	BM			A	+	CR		
	E			CZ	+			
				RS	+			

+ teste positivo
- teste negativo

RESULTADOS FINAIS

Coliformes totais	ND	ufc/100 ml
Coliformes fecais	124	ufc/100 ml
Estreptococos fecais	ND	ufc/100 ml
Salmonelas	ND	Presença/ausência

ufc – unidades formadoras de colónias

ND – não determinado

Técnica analista

Ana Isabel Gomes

Ana Isabel Gomes

Responsável pela análise

Dr. Rui Boaventura

Referências bibliográficas

Almeida, S. et al (2005) "Água em Revista". Publicação do Jornal "Público", 31 de Janeiro de 2005. Portugal.

Bennett, E.R. and Linstedt K.D. (1975). "Individual Home Wastewater Characterization and Treatment".QWRT Project Number A-021 .COLO, Environment Resources Center, Colorado State University. E.U.A.

Birks, R. et al. (2003). "Assessment of water savings from single house domestic greywater recycling systems". XI Congresso Mundial da Água. R.U..

Christova – Boal, D. et al. (1995) An investigation into greywater reuse for urban residential properties. Victoria University of Technology, Australia.

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação de Março de 1999, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação n, 190 de Março de 1999, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação n, 235 de Abril de 2003, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação n, 238 de Julho/Agosto de 2003, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação n, 245 de Março de 2004, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revista Proteste. Publicação n, 267 de Março de 2006, Portugal http://www.deco.proteste.pt,

DECO - Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor. Revistas "Dinheiro e Direitos". (2004) Taxas, Benefícios e deduções. Portugal.

Decreto Regulamentar n. 23/95 (1995). "Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais", Diário da República de 23 de Agosto de 1995.

Decreto Regulamentar n. 236/98 (1998). "Normas de qualidade da água", Diário da República de 1 de Agosto de 1998.

Decreto Regulamentar n. 243/2001 (2001). "Água para consumo humano", Diário da República de 5 de Setembro de 2001.

Decreto Regulamentar n. 45/94 (1994). "Processo de planeamento de recursos hídricos e elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos", Diário da República de 22 de Fevereiro de 1994.

Decreto Regulamentar n. 46/94 (1994). "Regime de licenciamento da utilização do domínio hídrico, sob jurisdição do Instituto da Água", Diário da República de 22 de Fevereiro de 1994.

Decreto Regulamentar n. 47/94 (1994). "Regime económico e financeiro da utilização do domínio público hídrico, sob jurisdição do Instituto da Água", Diário da República de 22 de Fevereiro de 1994.

DGA (1999/2000). "Relatório de Estado do Ambiente do ano de 1999" Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. www.iambiente.pt.

Draft Guidelines for the Reuse of greywater in Western Australia. (2002). Departmente of Health. Department of Environment, Water and Catchment Protection. Australia.

Enviro-Friendly products. (2005). "Grey Water reuse systems in Austrália". Camberra, Austrália.

Environment Act, urban services (2004). "Grey water reuse". Camberra, Austrália.

Findley M. (1970). "Average Pollutants Loading". EUA.

Franciso, R.(2002). "De água de rio a água potável". Universidade de S. Paulo, Brasil.

Friedler, E., Galil, N. I. (2003). "On-site greywater reuse in multi-storey buildings: sustainable solution for water saving". XI Congresso Mundial da Água. Israel.

Gajurel, D. et al. (2003). "Source control sanitation and grey water reuse for efficient water management en household". XI Congresso Mundial da Água. Alemanha.

H, Risse, H, Herbst. (2003). "Transformation of convencional systems into sustainable water and wastewater concepts for urbanised areas". XI Congresso Mundial da Água. Alemanha.

Hildebrand, R. (2000). "Recycling of Greywater in Toilets. Greywater… the easy way. www.reinerhildebrand.de. Alemanha.

Hills, S. and Birks, R. (2003). "Washroom behaviour and users perceptions of "novel", water-efficient appliances". XI Congresso Mundial da Água. R.U.

INAG (2001). "Plano Nacional da Água". Instituto da água. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. www.inag.pt. Portugal

Kowalski, M. et al. (2003). "A system for improved assessment of domestic water use components". XI Congresso Mundial da Água. R.U.

Laak, R. (1962) "Relative Pollution Strength of Undiluted Waste Materials Discharged in Households and the Dilution Water Used for Each". OWAA Report, IWP. University of Conn. Storrs, EUA.

Lopes, J. (2005). Publicação "Comércio do Porto" de 18 Julho de 2005. Portugal.

Neves, M. (2003). Perspectivas para um uso mais eficiente da água no ciclo urbano. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal.

Odeh, R. Al-Jayyousi (2003). "Greywater reuse towards sustainable water management". Apllied Science Universidade de Amman, Jordânia.

Olson E. et al.(1968) "Residential Wastewater". The Swedish Nation Institute for Building, www.greywater.com. Suécia.

Ordem dos Engenheiros. (2002) Ingenium II Série n.º 71 Novembro/Dezembro 2002.

Organização Mundial de Saúde (1993) Guidelines for Drinking Water Quality.

Organização Mundial de Saúde. (1950-1970)."International Standards for Drinking Water Quality".

Otaki, Y. et al. (2003). "Residencial water demand analysis by household activities". XI Congresso Mundial da Água. Japão.

Quintela, A. e Coutinho, M. (1988). A Água, a Terra e o Homem. Campanha Educativa da Água. Direcção Geral dos Recursos Naturais. Portugal.

Tullander, e tal. (1967). "Quantity and Relative Pollution in Greywater and blackwater". Suécia.

União Europeia. (1998) Directiva 98/83/Ec de 3 de Novembro.

Versão preliminar do "Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água". Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Instituto da Água, Setembro 2201.Portugal

Vieira, P. (2002) "A Água que bebemos". Fórum Ambiente. Publicação n.º 78, Portugal.

Vieira, P. (2002) "A Água" Cimeira de Joanesburgo. Fórum Ambiente. Publicação n.º 85, Portugal.

Watercasa. (1992). "Fraywater Guidelines".Water Conservation Alliance of Southern Arizona, EUA. University of Arizona. EUA.

Weizhen, Lu et al. (2003). A preliminary study on potential of developing shower/laundry wastewater reclamation and reuse system. University of Hong Kong. China.

Zoio M.(2003) "Uso Eficiente de água" Estudo de mestrado em engenharia do ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal